

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
ДОСЛІДНИЦЬКИЙ ЦЕНТР ЕКОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ «ECOSVIT»  
ЦЕНТР ЕКОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ СТУДЕНТСТВА «ECOSTEP»  
ПРОФЕСІЙНА АСОЦІАЦІЯ ЕКОЛОГІВ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ ФІЛІАЛ УКРНДІЛГА  
ТОВ «ЕКО-МБ»

## **ТЕЗИ**

**Всеукраїнської наукової конференції  
здобувачів вищої освіти та молодих учених  
«Екологічна безпека та раціональне  
природокористування»**



м. Житомир  
14 листопада 2024 року

УДК 504:378  
Т11

Тези Всеукраїнської наукової конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Екологічна безпека та раціональне природокористування» 14 листопада 2024 року. Житомир : Житомирська політехніка, 2024. 285 с.

УДК 504:378

Представлено доповіді учасників наукової конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Екологічна безпека та раціональне природокористування». Наведено аналіз та результати досліджень сучасних проблем екології.

Конференція проводилася на базі Державного університету «Житомирська політехніка» у конференц залі університету та в онлайн режимі з використанням технологій Google Meet – 14 листопада 2024 року.

Наукове електронне видання

**ТЕЗИ**  
**Всеукраїнської наукової конференції**  
**здобувачів вищої освіти та молодих учених**  
**«Екологічна безпека та раціональне**  
**природокористування»**

м. Житомир, 14 листопада 2024 року

Редактори: *І.Г. Пацева*  
*В.В. Мельник-Шамрай*

Верстка та макетування: *І.М. Войналович*

***Матеріали подано в авторській редакції***

Об'єм даних – 25,7 МБ

Видавець і виготівник  
Державний університет «Житомирська політехніка»,  
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи  
ЖТ № 08 від 26.03.2004 р.

**СЕКЦІЯ № 1 ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ, ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА  
ЕКОСИСТЕМНІ ФУНКЦІЇ ЛІСІВ**

<i>Гулик І.Т.</i>	<b>АДВЕНТИВНА ФЛОРА ЛІСІВ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА МІСЦЕВЕ ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ ТА КОРМОВУ БАЗУ ДИКИХ РАТИЧНИХ ТВАРИН</b>	13
<i>Курбет Т.В., Жуковський О.В. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ЛІСІВ В УКРАЇНІ</b>	14
<i>Іванова К. Ю. Безроднова О. В.</i>	<b>СІЛЬВАТИЗАЦІЯ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ У СКЛАДІ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПРОФІЛЮ №1 НПП "СЛОБОЖАНСЬКИЙ"</b>	15
<i>Іванюк Р.О. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>ЛІСОВІ ПОЖЕЖИ В УКРАЇНІ</b>	17
<i>Горшкальова В.П. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ МАСИВІВ</b>	18
<i>Добровольський С.К. Валерко Р. А.</i>	<b>АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНІ КОМПЛЕКСИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА</b>	19
<i>Корінчук А.О. Можарівська І.А.</i>	<b>ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ТЕРИТОРІЙ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ</b>	21
<i>Адаменко О.Л. Валерко Р. А.</i>	<b>АНАЛІЗ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ</b>	22
<i>Юзик Д.І.</i>	<b>РОЗМІР КЛАДКИ ТА УСПІШНІСТЬ ГНІЗДУВАННЯ СИНІЦЬ ВЕЛИКОЇ (PARUS MAJOR) ТА ЧОРНОЇ (PERIPARUS ATER) В НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ «ЧЕРЕМОСЬКИЙ»</b>	24
<i>Кравченко В.В. Шмандій В.М. РигасТ.Є.</i>	<b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ШЛЯХОМ ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ, ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ЛІСІВ</b>	26
<i>Курбет Т.В. Шевчук В.В.</i>	<b>ПРИРОДНЕ ЛІСІВНИЦТВО ЯК ОСНОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЛІСОВОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ</b>	28
<i>Черній Р. О. Шацilo Є.Г. Луньова О.В.</i>	<b>ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ БІОРІЗНОМАНІТТЯ: ВПЛИВ НА ЕКОНОМІКУ ТА ДОБРОБУТ СУСПІЛЬСТВА</b>	29
<i>Медведева В. Ю. Мельник-Шамрай В. В.</i>	<b>ПРИЧИНИ ЗМЕНШЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ</b>	31
<i>Підвезений В.О. Лобода О.А. Жицька Л.І.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РОЗВИТКУ ЛІСОВИХ БІОТОПІВ В МЕЖАХ ДІЛЯНОК ДАХНІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА ДП «ЧЕРКАСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»</b>	32
<i>Ціпан Ю.Р. Бедункова О.О.</i>	<b>ФОРМА ВЛАСНОСТІ НА ЛІСИ ЯК ФАКТОР ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ</b>	34
<i>Пліхтяк П.П. Парпан В.І.</i>	<b>МІКОРИЗУЮЧІ ВИДИ ГРИБІВ ЯЛИЦЕВО-БУКОВИХ ЛІСІВ ПОКУТСЬКИХ КАРПАТ</b>	36
<i>Барна Є.І. Роман Л.Ю.</i>	<b>ДОГЛЯД ЗА ЛІСОМ НА ТЕРИТОРІЇ ФІЛІЇ «МІЖГІРСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»</b>	37
<i>Іванюк Р.О. Скоковський М.В. Дмитренко С.А. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ</b>	38
<i>Баршшева К.А. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>СУЧАСНИЙ СТАН ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ</b>	39

<i>Войналович Ю.Р. Давидова І.В.</i>	<b>СТАН ВИКОРИСТАННЯ І ОХОРОНИ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ</b>	<b>40</b>
<i>Хоменко С.В. Кірейцева Г.В.</i>	<b>ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ПОЖЕЖ, СПРИЧИНЕНИХ ВІЙСЬКОВИМИ ДІЯМИ НА ФІТОЦЕНОЗИ ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ» ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ІНДЕКСУ NDVI</b>	<b>41</b>
<i>Анциферов В.А. Каранда М.В. Лазаренко О.І. Охрименко Б.О. Давидова І.В.</i>	<b>FOREST ECOSYSTEMS DAMAGED BY MILITARY OPERATIONS IN UKRAINE</b>	<b>43</b>
<i>Некрайчук Т. В. Краснов В. П.</i>	<b>ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ У СВІЖИХ БОРАХ І СУБОРАХ В УМОВАХ ФЛІЇ «МАЛИНСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»</b>	<b>44</b>
<i>Трохимчук О.М. Русіна Н.Г.</i>	<b>ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСІВ: КЛЮЧ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА ПІДТРИМКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ</b>	<b>46</b>
<i>Опалінська М. М. Краснов В. П.</i>	<b>СТАН СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ В УМОВАХ РЕКРЕАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ</b>	<b>48</b>
<i>Третяк С. В. Смоляр Н.О.</i>	<b>СТАН ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛІСОВИХ МАСИВІВ У МІСТІ ПОЛТАВИ ТА НА ЙОГО ОКОЛИЦЯХ</b>	<b>49</b>
<i>Романюк В.М. Устименко В.І.</i>	<b>ВІДНОВЛЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ НАПРЯМОК ЕКОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ В ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД</b>	<b>51</b>
<i>Тарасенко Б.Л. Сальнікова А.В.</i>	<b>ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОХОРОНИ ТА ЗАХИСТУ ЛІСІВ НА ПРИКЛАДІ ДП «НІЖИНАЙРОЛІСНИЦТВО»</b>	<b>52</b>
<i>Сахно Б.П. Сальнікова А.В.</i>	<b>ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЗАКАЗНИКА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ «ДІБРОВА» БОРИСПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	<b>53</b>
<i>Селюк А.В. Сальнікова А.В.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ЗАЛІССЯ»</b>	<b>54</b>
<i>Мартиненко В.В.</i>	<b>ДИНАМІКА РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ В ЛІСАХ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ»</b>	<b>55</b>

## **СЕКЦІЯ № 2 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА СТАН ДОВКІЛЛЯ. ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ**

<i>Ананченко А.В. Єгорова О.В.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ДЕРЕВООБРОБНОЇ ГАЛУЗІ</b>	<b>56</b>
<i>Балуєк М.О. Некос А.Н.</i>	<b>ВИКОРИСТАННЯ ТАТУ-ФАРБ - ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЧИ НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ?</b>	<b>57</b>
<i>Ярошенко Б.О. Потаржевський С.Б. Безпала В.О. Герасимчук Л.О.</i>	<b>ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ УКРАЇНИ</b>	<b>59</b>
<i>Кірейцева Г.В. Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Хоменко С.В.</i>	<b>ВПЛИВ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ РФ НА ДОСЯГНЕННЯ УКРАЇНОЮ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b>	<b>60</b>
<i>Батій І.В., Шмандій В.М. Харламова О.В.</i>	<b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ЕТАПІ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ</b>	<b>62</b>
<i>Богельський С.В. Козишкурт С.М.</i>	<b>МЕЛІОРАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ ПІСЛЯВОЄННИХ ЛАНДШАФТІВ</b>	<b>64</b>

<i>Язловецький Д. Я. Валерко Р. А.</i>	<b>СТАН НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ</b>	<b>66</b>
<i>Щербатов О.Л., Курепін В.Н.</i>	<b>ПРОЄКЦІЇ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ</b>	<b>68</b>
<i>Бондарчук Ю.В. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>ОСОБЛИВОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ</b>	<b>70</b>
<i>Вергелес А.О. Демчук Л.І.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД КОРОСТЕНСЬКОГО ЗАВОДУ ПРАТ «ЯНТАР»</b>	<b>71</b>
<i>Щербак І.М. Гребенюк Т. В.</i>	<b>ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ ТА ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ, СПРИЧИНЕНЕ ВІЙНОЮ</b>	<b>73</b>
<i>Чорногор Л. Л. Некос А. Н. Тітенко Г. В.</i>	<b>СТАН ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ ВОСЕНИ 2024 Р.</b>	<b>74</b>
<i>Войналович І.М. Демчук Л.І.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ДЛЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ</b>	<b>76</b>
<i>Гнатюк Б.Й. Пацева І.Г.</i>	<b>РОЛЬ ТЕХНОЛОГІЙ В ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ</b>	<b>78</b>
<i>Горай Л.В. Луцик В.Ф. Кірейцева Г.В.</i>	<b>ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ: БІБЛОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ</b>	<b>79</b>
<i>Чорний І.Ю. Алпатова О.М.</i>	<b>ВПЛИВ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ</b>	<b>81</b>
<i>Холявчук Р.В. Сақун А.О.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ</b>	<b>82</b>
<i>Гоша В.М., Демчук Л.І.</i>	<b>ОЦІНКА ОЧИЩЕННЯ НАФТОВІСНИХ СТОКІВ ДЛЯ МАЛИХ АВТОПІДПРИЄМСТВ, НА ПРИКЛАДІ АВТОМІЙКИ ТОВ «ОРІЄНТ-МОТОРС»</b>	<b>83</b>
<i>Денисюк Р.М. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>ВІДХОДИ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ</b>	<b>85</b>
<i>Джулай В.В. Хоменко О.М.</i>	<b>АНАЛІЗ СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	<b>86</b>
<i>Гречанюк С.В. Іщенко В.А.</i>	<b>ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВНАСЛІДОК НАДХОДЖЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ</b>	<b>88</b>
<i>Душкін С.С.</i>	<b>ПОРУШЕННЯ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ В НАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ</b>	<b>90</b>
<i>Жмуд В.В. Гребенюк Т.В.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ ДЛЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ</b>	<b>91</b>
<i>Хандусь Б.Ю. Єгорова О.В.</i>	<b>ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ГРАНІТНОГО КАР'ЄРУ</b>	<b>93</b>
<i>Халмуратов М.І., Демчук Л.І.</i>	<b>ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ SALICASEAE В ОЗЕЛЕНЕННІ М. ЖИТОМИРА</b>	<b>94</b>
<i>Касмініук Д.О. Кравчук-Ободзінська Т.В.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНИТОРИНГ ДОСЛІДЖЕННЯ НАКОПИЧЕННЯ ОСАДУ НА ТЕРИТОРІЇ ОЧИСНИХ СПОРУД КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ</b>	<b>96</b>
<i>Коновалюк С. Ю. Алпатова О. М.</i>	<b>КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ЕНЕРГОРЕСУРС»</b>	<b>97</b>
<i>Хадускіна К.В. Некос А.Н.</i>	<b>ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ СОЛЕЙ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ, ЯК ПОКАЗНИКА ЗАБРУДНЕНОСТІ ВОДИ РІЧОК БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ</b>	<b>98</b>

<i>Кірейцева Г.В. Трохимчук В.О. Давидова І.В.</i>	<b>ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ</b>	<b>99</b>
<i>Volodymyr V. Tkach Tetiana V. Morozova Marta V. Kushnir1 Yana G. Ivanushko4 José Inácio Ferrão da Paiva Martins Maria João Monteiro Isabel O'Neill de Mascarenhas Gaivão Jarem Raul Garcia</i>	<b>LA DESCRIPCIÓN TEÓRICA DE LA DETECCIÓN ELECTROANALÍTICA DE TRIPTÓFANO EN PULQUE, ACOMPAÑADA POR SU POLIMERIZACIÓN</b>	<b>100</b>
<i>Тепенчак О.С. Демчук Л.І.</i>	<b>ОЦІНКА ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МИЙОК НА МЕРЕЖІ АЗК «ОККО»</b>	<b>102</b>
<i>Сікач Б.С. Івашкіна О.Л. Герасимчук Л.О.</i>	<b>ВПЛИВ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ДОВКІЛЛЯ</b>	<b>104</b>
<i>Кос С.О. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ПТАХІВНИЦТВА ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ</b>	<b>105</b>
<i>Костюченко М.В. Кравчук-Ободзінська Т.В.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВІДХОДІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ</b>	<b>107</b>
<i>Кірейцева Г.В. Рибчинський О.С. Устименко В.І.</i>	<b>ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	<b>108</b>
<i>Сікач Т.І. Івашкіна О.Л.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНЕ СТРАХУВАННЯ ТА РИЗИКИ</b>	<b>109</b>
<i>Нонік Л.Ю. Демчук Л.І.</i>	<b>АЛЬТЕРНАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ – ШЛЯХ ДО СТАЛОГО МАЙБУТНЬОГО</b>	<b>110</b>
<i>Савчук М.А. Герасимчук М.М. Кірейцева Г.В.</i>	<b>ЕВТРОФІКАЦІЯ ВОДОЙМ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПОДОЛАННЯ</b>	<b>111</b>
<i>Кот І.Т. Гребенюк Т. В.</i>	<b>ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ</b>	<b>112</b>
<i>Крючкова В.В. Тихомирова Т.С.</i>	<b>ЗЕЛЕНИЙ КУРС ДЛЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ: СТРАТЕГІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ</b>	<b>114</b>
<i>Кучер А.А. Титаренко Б.В. Кірейцева Г.В.</i>	<b>ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ЕСЕНЦІАЛЬНИМИ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. ТЕТЕРІВ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ</b>	<b>115</b>
<i>Лініх А.В. Шмандій В.М.</i>	<b>ВПЛИВ ПРОДУКТІВ УТИЛІЗАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ (СОНЯШНИХ ПАНЕЛЕЙ) НА СТАН ДОВКІЛЛЯ</b>	<b>116</b>
<i>Літвінський Б.О. Демчук Л.І</i>	<b>УТИЛІЗАЦІЯ ТА ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ ВІД КОМПАНІЇ ТОВ «ЦЕРСАНІТ ІНВЕСТ»</b>	<b>118</b>
<i>Нонік Л.Ю. Говорадло О.О.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ</b>	<b>120</b>
<i>Мартинчук С.М. Можарівська І.А.</i>	<b>ВПЛИВ ФОСФАТОВМІСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА ЗАСОВІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН НА СТАН ДОВКІЛЛЯ</b>	<b>121</b>
<i>Власенко К.Г. Гармаш Б.К.</i>	<b>ВІЙНА ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ДЛЯ УКРАЇНИ: РУЙНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ</b>	<b>122</b>
<i>Тихоступ Дарина Ващук Олена</i>	<b>ЕЛЕКТРОЛІЗ ЗАМОРОЖЕНИХ РОЗЧИНІВ ЯК МЕТОД ДОБУВАННЯ МЕТАЛІВ</b>	<b>124</b>

<i>Грибінчук В.А. Шевчук Л.М.</i>	<b>НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ВОЄННОГО ХАРАКТЕРУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ (АНАЛІЗ ЗА ОСТАННІ 5 РОКІВ)</b>	126
<i>Бредун В.І. Бредун А.В.</i>	<b>ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО МОНІТОРИНГУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В СІЛЬСЬКИХ ТА СЕЛИЩНИХ ГРОМАДАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	127
<i>Шапіренко М.В. Нелипович В.В. Циганенко-Дзюбенко І.Ю.</i>	<b>АВТОМАТИЗОВАНИЙ МОДУЛЬ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ СТРИТЕРА-ФЕЛПСА</b>	129
<i>Вареникова Л.М. Єгорова О.В.</i>	<b>ОЦІНКА СУЧАСНОГО АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	131
<i>Барабан К. І. Вагилевич Т. В.</i>	<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОХІМІЧНОГО СКЛАДУ СТИЧНИХ ВОД ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ</b>	133
<i>Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Кірейцева Г.В.</i>	<b>ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ МАРКЕРИ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН ДО ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ СТРЕСОРІВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ</b>	135
<i>Ліценко Д. Ю. Твердохліб М. М.</i>	<b>ПРИСУТНІСТЬ СПОЛУК ФЕРУМУ ТА МАНГАНУ У ВОДІ: ЗАГОЗА ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ТА ДОВКІЛЛЯ</b>	137
<i>Лотарева Д.В. Курепін В.Н.</i>	<b>ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ В УКРАЇНІ: ІНДЕТИФІКАЦІЯ НЕВИЗНАЧЕНИХ ТЕРИТОРІЙ, ПРІОРИТЕТИ</b>	138
<i>Луцик Є.В. Хоменко О.М.</i>	<b>ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ПИТНОЇ ВОДИ НА ВМІСТ НІТРАТІВ</b>	140
<i>Максимів В.В. Микитин І.М.</i>	<b>ОЦІНКА СОЛЬОВОГО СКЛАДУ ТЕХНІЧНИХ ВОДОЙМ ПОБЛИЗУ МІСТА КАЛУШ</b>	141
<i>Мартем'янова А.В. Єгорова О.В.</i>	<b>АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР (<i>HELIANTHUS ANNUUS L.</i>) В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ</b>	142
<i>Матат В.В. Єгорова О.В.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПЕСТИЦИДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ</b>	144
<i>Мельниченко О.О. Хоменко О.М.</i>	<b>АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	145
<i>Мурин С.С. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>РОЛЬ ГРОМАДСЬКОСТІ В ПРОЦЕСІ ОВД: МЕХАНІЗМИ УЧАСТІ ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ</b>	147
<i>Овсянецька Д.Я. Качала Т.Б.</i>	<b>ВМІСТ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ В ПОВІТРІ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬК: ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ</b>	148
<i>Осипенко О.С. Герасимчук Л.О.</i>	<b>ВАЖКІ МЕТАЛИ В АГРОСЕЛІТЕБНИХ ЛАНДШАФТАХ МІКРОРАЙОНУ «СХІДНИЙ ПРОМВУЗОЛ» М. ЖИТОМИР</b>	150
<i>Панченко Д.В. Алпатова О.М. Курбет Т.В.</i>	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВМІСТУ 137CS У ПЛОДОВИХ ТІЛАХ ЇСТІВНИХ ГРИБІВ У ПРОЦЕСІ КУЛІНАРНОЇ ОБРОБКИ</b>	152
<i>Пацев І.С. Барабаш О.В.</i>	<b>ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ ЛІСІВ В УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ, УСПІХИ ТА ПРИКЛАДИ</b>	155
<i>Плясун Н.М. Демчук Л.І.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА АВТОЗАПАВНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК СТАЦІОНАРНОГО ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ</b>	156
<i>Поковба Я. В. Твердохліб М. М.</i>	<b>АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ</b>	158
<i>Решотка В.В. Анісімова А.С. Герасимчук Л.О.</i>	<b>ОЦІНКА РІВНЯ ПЕСТИЦИДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЛАНДШАФТИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	159

<i>Романов А.В. Герасимчук Л.О.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА КАРТОННОМУ КОМБІНАТІ: ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ У СУЧАСНУ УПАКОВКУ</b>	161
<i>Рудніцька Л. О. Моїсеєва Т. М.</i>	<b>ЄВРОПЕЙСЬКА АГЕНЦІЯ ДОВКІЛЛЯ: ЗАСАДИ ДІЯЛЬНОСТІ</b>	163
<i>Сабуров Т.В. Савчук М.А. Кірейцева Г.В.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА СТАЛИЙ РОЗВИТОК</b>	165
<i>Сокирко М. А. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА</b>	166
<i>Степанчук А.А. Демчук Л.І.</i>	<b>ОЦІНКА ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ВІД РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «БЕТОН ФЕКТОРІ»</b>	167
<i>Вовк В.М. Кірейцева Г.В. Циганенко-Дзюбенко І.Ю.</i>	<b>РЕАЛІЗАЦІЯ БІОПАЛИВА В УКРАЇНІ - ШЛЯХ ДО ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ</b>	169
<i>Дячук А.С. Назаренко О.В. Циганенко-Дзюбенко І.Ю.</i>	<b>ОПТИМІЗАЦІЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТРАНСКОРДОННИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ</b>	171
<i>Легенчук Р.В. Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Корбут М.Б.</i>	<b>ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОПАЛИВА З ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ</b>	173
<i>Лозовий А.М. Зинюк Н.М. Циганенко- Дзюбенко І.Ю.</i>	<b>СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ СУКРАЛОЗИ В БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЯХ: СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД</b>	175
<i>Крят О.О. Циганенко-Дзюбенко І.Ю.</i>	<b>ЕКОЛОГО-БІОТОПІЧНА СПЕЦИФІКА ПОСТ-ПРОГЕННИХ СУКЦЕСІЙ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО ВПЛИВУ</b>	177
<i>Мазуркевич К.В. Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Шомко О.М.</i>	<b>FEATURES OF REMOTE MONITORING OF SMALL RIVER BASINS UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS</b>	179
<i>Михальчук Л.О. Циганенко-Дзюбенко І.Ю.</i>	<b>ЕКОЦИД - ПРОБЛЕМА СЬОГОДЕННЯ</b>	181
<i>Хамдош І.Н. Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Скиба Г.В.</i>	<b>ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ МЕРКАПТАНОВИХ СПОЛУК НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУЧАСНИХ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ</b>	182
<i>Кирик Ю.В. Зинюк Н.М. Циганенко-Дзюбенко І.Ю.</i>	<b>ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНОГО ВПЛИВУ СПОЛУК ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА МОЛОДЬ РИБ ЗА РІВНЯМИ ПОГЛИНАННЯ-ЕКСКРЕЦІЇ ФОСФОРУ</b>	184
<i>Хамдош І.Н. Циганенко-Дзюбенко І.Ю.</i>	<b>ВИКОРИСТАННЯ НОРМАЛІЗОВАНИХ ІНДЕКСІВ NDVI/NDWI ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО ВПЛИВУ</b>	186

### **СЕКЦІЯ № 3 ЗМІНА КЛІМАТУ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА АДАПТАЦІЯ**

<i>Бондар Д.С. Дудар Т.М.</i>	<b>ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ВОДНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ АДАПТАЦІЇ</b>	188
<i>Кочура О.Ю. Тихенко О.М.</i>	<b>ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ В АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ</b>	189



<i>Кагукіна А.М. Гальчин М. В.</i>	<b>ПРИРОДНІ ПОЖЕЖІ ЯК ЗАГРОЗА ЕКОЛОГІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ УКРАЇНИ</b>	191
<i>Щипка М.Д. Побігун О.В.</i>	<b>ЗМІНА КЛІМАТУ: ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ</b>	193
<i>Гурей М.І. Адаменко Я.О. Мосюк М.І.</i>	<b>ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ЯК ПРОЦЕСУ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	194
<i>Осташук І.В. Фомічова О.В.</i>	<b>ВПЛИВ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРА НА ЗМІНУ ГЛОБАЛЬНОГО КЛІМАТУ</b>	196
<i>Гусаренко-Барський П.В. Гусаренко-Барська Є.В. Гусаренко-Барська Р.В. Турченко В. О.</i>	<b>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В УКРАЇНІ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН: SWOT-АНАЛІЗ</b>	198
<i>Закопай Б.О. Шмандій В.М. Харламова О.В.</i>	<b>ЗМІНА КЛІМАТУ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА АДАПТАЦІЯ</b>	201
<i>Карбовничий І.Р. Курепін В.Н.</i>	<b>ЗМІНА КЛІМАТУ, ЯК ЗАГРОЗА БЛАГОПОЛУЧЧЮ ЛЮДИНИ ТА ЗДОРОВ'Ю ПЛАНЕТИ</b>	203
<i>Кіндра В. І. Герасимчук Л.О.</i>	<b>РОЗРАХУНОК ПЕРЕВАГ ЗЕЛЕНОГО ДАХУ</b>	205
<i>Кагукіна А.М. Пацева І. Г.</i>	<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЙ VOS (H<sub>2</sub>CO) ПРИ ВАРІУВАННІ ТЕМПЕРАТУРИ</b>	206
<i>Старабанов Р.В. Ящук Л.Б. Магльована Т.В.</i>	<b>ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ</b>	207
<i>Рибак О.С. Пацева І.Г.</i>	<b>БІОРІЗНОМАНІТТЯ РОСЛИННИХ І ТВАРИННИХ УГРУПОВАНЬ НА ЗЕЛЕНИХ ДАХАХ В УМОВАХ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	208
<i>Коробкіна Н. Ю. Гречко А. А.</i>	<b>ОБЛАШТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В МАЛИХ МІСТАХ ДЛЯ АДАПТАЦІЇ ДО ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ</b>	210
<i>Літвінчук О.В. Козішкурт С.М.</i>	<b>АДАПТАЦІЯ СИСТЕМ ЛАНДШАФТНОГО ЗРОШЕННЯ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН</b>	211
<i>Мерленко Н.О. Мерленко І.М. Копанський В.О.</i>	<b>ЗМІНА КЛІМАТУ-ЗМІНА ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН В УМОВАХ КІВЕРЦІВСЬКОЇ ТГ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	213
<i>Кагукіна А. М. Реун І. А.</i>	<b>ВІДНОВЛЕННЯ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ ЯК ЗАСІБ АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ</b>	215
<i>Яковенко Б.Д. Ілляш О.Е.</i>	<b>ОЦІНЮВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РОЗСІНОВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ АТМОСФЕРИ НА ПРИКЛАДНІ МІСТА ПОЛТАВА</b>	216

#### **СЕКЦІЯ № 4 РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ**

<i>Барков А.І. Кравчук-Ободзінська Т.В.</i>	<b>ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ҐРУНТОВИХ ГЕРБИЦІДІВ</b>	218
<i>Наумов Я.О.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНО ВІДПОВІДАЛЬНИЙ ВИДОБУТОК РІДКОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ І МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ</b>	219
<i>Бідило М.О. Дяченко Л.Б.</i>	<b>РАЦІОНАЛЬНЕ ТА ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ТА ЕКОЛОГІЧНА СВІДОМІСТЬ ГРОМАДЯН</b>	221
<i>Юр'єв О. Ю. Савченко А. М.</i>	<b>ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НОРМ ЄС В БУДІВНИЦТВІ ЯК ШЛЯХ ДО РАЦІОНАЛЬНОГО</b>	222

	<b>ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ</b>	
<i>Благодир Д.О. Пирог Т.П.</i>	<b>ДЕСТРУКЦІЯ ДВОВИДОВИХ БІОПЛІВОК ЗА ДІЇ КОМПЛЕКСУ ЕФІРНОЇ ОЛІЇ ТА ПОВЕРХНЕВО АКТИВНИХ РЕЧОВИН <i>ACINETOBACTER CALCOACETICUS</i> ІМВ В-7241, ОТРИМАНИХ ЗА НАЯВНОСТІ <i>ENTEROBACTER CLOACAE</i> С-8</b>	224
<i>Бухановський М.М. Ящук Л.Б. Магльована Т.В.</i>	<b>СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПЕРЕРОБКИ І УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ</b>	225
<i>Весельський О.О. Мельник-Шамрай В.В.</i>	<b>ПОШИРЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗРОСТАННЯ ДИКОРΟΣЛИХ ЯГІДНИХ РОСЛИН НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ</b>	226
<i>Гальчин М. В. Шевчук Л.М.</i>	<b>РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ДУНАЙСЬКОГО БАСЕЙНУ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ТА ПРАКТИЧНІ МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ</b>	227
<i>Цюман С.С. Глухонець А.О.</i>	<b>АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА ЯК ОСНОВА ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ ТА ІНСТРУМЕНТ ДОСЯГНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ</b>	229
<i>Усик В.В. Ящук Л.Б.</i>	<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ</b>	230
<i>Глуховецький Я.В. Мушинський В.О. Петрушка І.М.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ БУДІВЕЛЬНОЮ ПРОМИСЛОВІСТЮ ТА ШЛЯХИ ЇХ ЛОКАЛІЗАЦІЇ</b>	231
<i>Житинський Д. Г. Жицька Л. І.</i>	<b>ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТІВ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ПОЛТАВЩИНИ</b>	233
<i>Зозуля Є.Л. Кравчук-Ободзінська Т.В.</i>	<b>ОЦІНКА ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ</b>	234
<i>Яковлев І.О. Покшевицька Т.В. Барабаш О.В.</i>	<b>СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ВОДНІ РЕСУРСИ ТА ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЇХ ОЧИЩЕННЯ</b>	235
<i>Іваницька С.Л. Кравчук-Ободзінська Т.В.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА НАКОПИЧЕННЯ НІТРАТІВ ТА ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТОМАТАМИ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ</b>	236
<i>Шабатин В.О. Герасимчук О.Л.</i>	<b>ВПЛИВ КИСЛОТНО-ЛУЖНОГО БАЛАНСУ ҐРУНТІВ НА ЕКОСИСТЕМИ: АНАЛІЗ рН ВИТЯЖОК ЯК ІНДИКАТОРА ЗДОРОВ'Я ҐРУНТУ</b>	237
<i>Якубів С. П., Татуревич Д.А. Краснов В. П.</i>	<b>ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ <sup>137</sup>Cs В ОРГАНАХ ЧОРНИЦІ ЗВИЧАЙНОЇ</b>	238
<i>Назаренко О.В. Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Кірейцева Г.В.</i>	<b>ОТЕНЦІЙНИЙ ВПЛИВ ОЧІКУВАНИХ РІШЕНЬ COP28 НА ГЛОБАЛЬНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ВОДНИХ РЕСУРСІВ: АНАЛІЗ ВИКЛИКІВ ТА МОЖЛИВОСТЕЙ</b>	239
<i>Лисак М. В. Краснов В. П.</i>	<b>ЗАПАСИ КОРМОВИХ ТРАВ КОЗУЛІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ У НАСАДЖЕННЯХ РІЗНОГО ПОРОДНОГО СКЛАДУ</b>	241
<i>Болейко Д.Д. Голяченко О.О. Циганенко-Дзюбенко І.Ю.</i>	<b>РОЛЬ МАКРОФІТІВ ПІД ЧАС БІОІНДИКАЦІЙНОЇ ОЦІНКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ УРБООСИСТЕМИ</b>	242
<i>Коваль І.І. Русіна Н.Г.</i>	<b>РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ</b>	243
<i>Trachuk A.R. Zaichenko S.V.</i>	<b>INTENSIFICATION OF ENERGY SAVING PROCESSES THROUGH WIDE IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES</b>	245

<i>Комашко В.С. Ящук Л.Б.</i>	<b>ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ</b>	246
<i>Korinenko R.V. Titov T.S. Kushnir D.V.</i>	<b>MICROPLASTIC – HIDDEN THREAT OF MODERNITY</b>	247
<i>Коровушкін В.О. Босак А.ВІ. Бойченко С.В.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ</b>	248
<i>Kosiak V. Savinkov T. Tsyhanenko-Dziubenko I.</i>	<b>THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF ENVIRONMENTAL PODCAST IMPLEMENTATION IN SECONDARY EDUCATION: ADDRESSING WAR-RELATED ECOLOGICAL CHALLENGES</b>	250
<i>Коротецька Є.С. Максименко Н.В.</i>	<b>ЗЕЛЕНІ САДИБИ ХАРКІВЩИНИ ЯК ПРИКЛАД РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ</b>	252
<i>Кравчук-Ободзінська Т.В.</i>	<b>РОЛЬ АМАРАНТУ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ</b>	254
<i>Кулініч С.С. Шкоп А.О. Босюк А.С.</i>	<b>ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ЕКОСИСТЕМУ ЧЕРЕЗ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ</b>	255
<i>Степанович Я. О. Ціпан Ю.Р.</i>	<b>БІОТЕХНІЧНІ СПОРУДИ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВЕДЕННЯ МИСЛИВСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА «БАРС»</b>	257
<i>Ковальчук Ю.В. Кушнірук Т.М.</i>	<b>ТРАНСФОРМАЦІЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН ЯК ПЕРЕДУМОВА ФОРМУВАННЯ РИНКУ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ</b>	258
<i>Майкович В.Є. Адаменко Я.О.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИЙ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РІЧОК КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ</b>	259
<i>Опанасюк В.О. Герасимчук Л.О.</i>	<b>ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «ЛАБРАДОРІТ»</b>	260
<i>Режун І. А. Скиба Г. В.</i>	<b>ДРІБНОДИСПЕРСНІ ВІДХОДИ КАМЕНЕОБРОБКИ НА ЖИТОМИРЩИНІ: ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ВИРШЕННЯ</b>	262
<i>Руденко С.В.</i>	<b>ГРАВІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПРОВІНЦІЙНИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ</b>	263
<i>Рудковська О.М.</i>	<b>СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ ЕВТРОФІКАЦІЇ ОЗЕР ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ</b>	264
<i>Соколова Т.І. Крусір Г.В.</i>	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ БІОЧАРУ ОТРИМАНОГО З ВІДПРАЦЬОВАНОЇ КАВОВОЇ ГУЩІ ШЛЯХОМ ТРАДИЦІЙНОГО ПРОЛІЗУ ТА МІКРОХВИЛЬОВОГО ОПРОМІНЕННЯ</b>	265
<i>Мишійлюк І. І. Жук А. В.</i>	<b>ЗАХОДИ З ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД</b>	266
<i>Купріяшкіна О. Крусір Г.</i>	<b>ПЕРСПЕКТИВИ БІОРЕМЕДІАЦІЇ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ НАФТОМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД ІММОБІЛІЗОВАНИМИ МІКРООРГАНІЗМАМИ</b>	268
<i>Хрутьба Ю.С. Пацева І.Г.</i>	<b>КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ КОМУНІКАЦІЙ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ</b>	270
<i>Петренко Д.О. Войналович І.М.</i>	<b>ПРИНЦИП ІНВЕСТУВАННЯ ПО ВІДНОВЛЕННЮ ЕКОСИСТЕМ ПІСЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ ЖИТОМИРЩИНИ</b>	271
<i>Kozii Ye.S.</i>	<b>DISTRIBUTION OF GERMANIUM CONCENTRATIONS IN THE COAL SEAM C4 OF THE SAMARSKA MINE FIELD</b>	273

**СЕКЦІЯ № 5 СПРИЯННЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ ТА  
КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ЗВО**

<i>Белан В. Ю.</i>	<b>ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ЕКОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ НА ПРИКЛАДІ НАЦІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО УНІВЕРСИТЕТУ</b>	275
<i>Герасимчук Л.О. Валерко Р.А.</i>	<b>ВИКОРИСТАННЯ ЄДИНОГО ДЕРЖАВНОГО ВЕБ-ПОРТАЛУ ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ “ДІЯ. ЦИФРОВА ОСВІТА” ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ ТА ЦИФРОВИХ НАВИЧОК ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА СПЕЦІАЛЬНОСТЯМИ 101 «ЕКОЛОГІЯ», 183 «ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА» ТА 205 «ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»</b>	279
<i>Демиденко А. Ю., Рябунець Б. В. Луньова О.В.</i>	<b>ВПЛИВ ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ</b>	280
<i>Різник Д.Р. Коробчук Л.І.</i>	<b>ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ І ЗЕЛЕНИХ НАВИЧОК В ПІДГОТОВЦІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ</b>	281
<i>Кмець А.С. Валерко Р.А.</i>	<b>РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ У ДЕРЖАВНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»</b>	282
<i>Химач Д.С. Шатківський В.М.</i>	<b>АНАЛІЗ БАЗИ ДАНИХ СВЕ</b>	284

**ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ, ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОСИСТЕМНІ  
ФУНКЦІЇ ЛІСІВ**

Гулик І.Т.,  
Науковий співробітник  
Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту  
лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького  
polysskiy\_branch@ukr.net

**АДВЕНТИВНА ФЛОРА ЛІСІВ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА МІСЦЕВЕ  
ФІТОРИЗНОМАНІТТЯ ТА КОРМОВУ БАЗУ ДИКИХ РАТИЧНИХ ТВАРИН**

У даний час неконтрольоване розповсюдження адвентивної флори у лісах Житомирського Полісся змінює рослинний покрив різних біотопів, негативно впливає на місцеве видове фіторізноманіття, впливаючи тим самим на кормову базу диких ратичних тварин. Це відбувається у результаті пригнічення або витіснення місцевих видів рослин зі своїх природних місць зростання.

Оцінка впливу адвентивних видів рослин на місцеве лісове фіторізноманіття та кормову базу диких ратичних проводилось на основі обстеження лісів та закладення пробних ділянок. Базовим господарством для досліджень стали лісові екосистеми філії «Коростенське лісомисливське господарство» Державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України».

Унаслідок натурних спостережень у лісах Полісся виділено 16 адвентивних видів, які за своїми еколого-біологічними особливостями здатні натуралізуватися і зумовлювати розвиток фітоінвазії – швидко поширюватись в умовах Житомирського Полісся, створюючи цим самим додаткові складові для ведення лісомисливського господарства. Серед них: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), золотушник канадський (*Solidago canadensis* L.), золотушник пізній (*Solidago serotinoidea* A. Löve & D. Löve), ерехтитес нечуйвітровий (*Erechtites hieracifolia* (L.) Rafin. ex DC.), борщівник Сосновського (*Heracleum sosnovskii* Manden.), борщівник Мантегацци (*Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier), розрив-трава залозиста (*Impatiens grandulifera* Royle), розрив-трава дрібноквіткова (*Impatiens parviflora* DC.), череда листяна (*Bidens frondosa* L.), рейноутрія японська (*Reynoutria japonica* Houtt.), рейноутрія сахалінська (*Reynoutria sachalinensis* (Friedrich Schmidt Petrop.) Nakai), айстра новоанглійська (*Aster novaeangliae* L.), їжакоплідник виткий (*Echinocystis lobata* (Michx) Torrey et A. Gray), пушняк канадський (*Coryza canadensis* (L.) Cronq.), гусятник волосистий (*Eragrostis pilosa* (L.) Beauv.), гусятник малий (*Eragrostis minor* Host).

Всі перелічені адвентивні види рослин є отруйними, тому не використовуються дикими тваринами для свого живлення. Разом з тим, вони можуть складати велику частку місцевого фітопокриття та значні запаси фітомаси, витісняючи часто з екологічних рослин, які є цінними в кормовому відношенні для живлення диких ратичних тварин. Фітоадвенти значно зменшують запаси кормових рослин що складають кормову базу диких ратичних. В обстежених біотопах вони становили частку від 1,5% до 27,8% від загальної фітомаси на одиницю площі. Такі види здатні швидко адаптуватись в природних умовах України, не маючи при цьому власних шкідників і захворювань, які є типовими для них у своїх природних ареалах.

Дослідження, проведені нами у минулі роки також показують, що більшість згаданих адвентивних видів становлять загрозу для лісорозведення та лісовідновлення, зокрема: у лісових культурах молодшого віку та лісових розсадниках, де їх масовий розвиток потребує додаткових зусиль із догляду за сіянцями та саджанцями деревних порід; а також на перелогах, переданих під заліснення.

Аналіз виявлених локалітетів видів адвентивної флори у лісових господарствах Житомирського Полісся дозволив охарактеризувати найбільш вірогідні екологічні умови для вірогідного майбутнього розповсюдження згаданих адвентивів на навколишній території. Виявлені проблеми потребують своєчасного реагування та вирішення. Необхідно терміново розробити та запровадити комплексну систему виявлення та боротьби з фітоінвазіями у лісомисливському господарстві.

На нашу думку, основою боротьби з адвентивною рослинністю насамперед повинен стати контроль: за шляхами і швидкістю поширення рослин-адвентивів, утворенням нових локалітетів, станом популяцій цих рослин, їх шкодочинністю. Це потребує оперативного виявлення усіх місць зростання адвентивних видів рослин, встановлення їх площі, проведення відповідної співпраці з органами місцевого самоврядування, місцевими громадами, науковцями, спеціалістами із захисту рослин, карантинної служби, Міндовкілля, органами лісового та сільського господарства.

Разом з тим є потреба у комплексних повидових заходах по знищенню та припиненню розповсюдження фітоадвентивів. Система захисту від фітоінвазій та боротьби з ними повинна включати: попереджувальні, карантинні, агротехнічні заходи захисту рослин; біологічні, фізичні, механічні, хімічні, та комплексні заходи.

*Курбет Т.В.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
Жуковський О.В.,  
к.с.-г.н., с.н.с., Поліський філіал УкрНДДГА  
Мельник-Шамрай В.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 205 «Лісове господарство»  
Національний університет водного господарства та природокористування  
[meraviglia@ukr.net](mailto:meraviglia@ukr.net)  
[melnyk-shamraj\\_ipo24@nuwm.edu.ua](mailto:melnyk-shamraj_ipo24@nuwm.edu.ua)*

## **ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ЛІСІВ В УКРАЇНІ**

Україна продовжує відчувати наслідки Чорнобильської катастрофи навіть через 38 років після аварії, особливо у сфері лісового господарства. Величезні лісові масиви, забруднені радіонуклідами, залишаються проблемними як з точки зору безпечного використання, так і контролю радіоактивного забруднення продукції лісового господарства. Сучасний радіаційний моніторинг є важливим інструментом для оцінки поточного стану лісів, що дозволить відновити господарську діяльність у окремих кварталах та виділах з урахуванням фізичного періоду напіврозпаду основних дозоутворюючих радіонуклідів –  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ . Однак військовий конфлікт в Україні додав нових викликів до задач радіаційного моніторингу, що потребує адаптації методів і стратегій моніторингу.

Радіоактивне забруднення території залишається головним бар'єром для повноцінного використання лісових ресурсів. У першу чергу це обмеження лісоексплуатації та проблема нормування продукції лісу. Визначення гранично допустимих рівнів радіоактивного забруднення лісової продукції вимагає постійного моніторингу та оновлення норм, що відповідають стандартам безпеки. Це дозволить забезпечити радіаційну безпеку при використанні деревної та недеревної продукції лісу.

Для відновлення продуктивності лісів і безпечного використання їх ресурсів необхідно проводити ретельну оцінку радіаційної ситуації в лісах. Основні цілі реабілітації лісових екосистем у сучасних умовах повинні включати:

- визначення рівнів радіоактивного забруднення в зоні бойових дій: через можливість міграції радіонуклідів внаслідок вибухів, пожеж та руйнувань, актуальні дані дозволять вчасно вжити заходів для зниження ризиків вторинного радіоактивного забруднення.

- запровадження методів зниження рівня радіоактивного забруднення продукції, що дозволить забезпечити чистоту (у радіаційному відношенні) деревини та інших лісових продуктів, що є ключовим питанням для подальшого безпечного використання лісів.

- систематичний моніторинг та оцінка стану лісових насаджень дозволять поступово відновлювати лісогосподарські заходи, що позитивно вплине на екосистему та економіку регіонів.

Сучасні методи радіаційного моніторингу дозволять ефективно та точно визначати рівень забруднення в лісових екосистемах, навіть у важкодоступних місцях:

- безпілотні технології: дрони, оснащені радіаційними детекторами, дозволять проводити моніторинг великих площ швидко та без ризику для здоров'я фахівців. Це особливо важливо для зон, інтенсивно забруднених радіонуклідами.

- геоінформаційні системи: використання ГІС допомагає створювати інтерактивні карти забруднених територій, зокрема для відстеження змін у часі та оцінки ризиків. Це сприяє ухваленню рішень щодо можливостей лісоексплуатації та реабілітації лісових ділянок.

- сучасні сенсори мають високу чутливість, що дозволяє виявляти навіть низькі рівні забруднення та точно оцінювати радіаційну ситуацію на конкретних лісових ділянках.

Воєнні дії в Україні, зокрема на територіях із значним рівнем радіації, створюють додаткові виклики для проведення моніторингу. У зонах бойових дій робота фахівців небезпечна, що обмежує можливість проведення наземного моніторингу. Вибухи та обстріли призводять до пошкодження чи знищення приладів і станцій моніторингу, що ускладнює оперативне отримання даних. Воєнні дії викликають пожежі, які вивільняють радіонукліди, накопичені в ґрунті та рослинності, сприяючи подальшому забрудненню повітря та прилеглих територій. Військові дії ускладнюють доступ до багатьох зон, тому дистанційні технології та безпілотні літальні апарати є ефективними рішеннями для моніторингу без ризику для життя. Складні умови війни диктують потребу у нових підходах до радіаційного моніторингу та реабілітації лісових екосистем. Для цього важливою є міжнародна співпраця, зокрема з МАГАТЕ, що може сприяти отриманню фінансової та технічної підтримки для моніторингу та оцінки забруднення лісових екосистем України.

Іванова К. Ю.,  
здобувачка наукового ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 091 «Біологія»  
[katerynaivanova.1995@gmail.com](mailto:katerynaivanova.1995@gmail.com)  
Наукова керівниця: Безроднова О. В.,  
к.б.н., доцентка кафедри ботаніки та екології рослин,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
[o.bezrodnova@karazin.ua](mailto:o.bezrodnova@karazin.ua)

## **СІЛЬВАТИЗАЦІЯ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ У СКЛАДІ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПРОФІЛЮ №1 НПП «СЛОБОЖАНСЬКИЙ»**

Розглядаються питання атропогенної і природної сільватизації, зокрема, вплив кліматичних і гідрологічних факторів на процес перетворення трав'яних боліт на біотопи деревного типу. На підставі результатів дослідження рослинного покриву у межах генерального профілю №1 Національного природного парку "Слобожанський" охарактеризовано загальні тенденції зміни флористичного складу і просторової структури рослинних угруповань у процесі сільватизації.

**Ключові слова:** сільватизація, відновлення лісу, біотопи, антропогенні фактори, природні чинники, гідрологічний режим.

Сільватизація – це процес природного або штучного збільшення лісистості територій за рахунок відкритих просторів: боліт, лук, степів тощо [6]. Тобто сільватизація може бути, як результатом цілеспрямованої людської діяльності, так і природним явищем. Поступово на відкритих ландшафтах починає з'являтися деревна рослинність, що змінює екологічні умови. Природна сільватизація зазвичай проходить більш повільно. Вона часто спричиняється змінами клімату або гідрологічного режиму, наприклад, коли на вологих або заболочених ділянках рівень ґрунтових вод знижується, це створює кращі умови для існування дерев і чагарників. Антропогенна сільватизація, у свою чергу, є результатом лісовідновлювальних заходів, коли відкриті простори цілеспрямовано засаджуються деревами [4-6].

Національний природний парк "Слобожанський" (далі в тексті Парк) був створений відповідно до Указу Президента України від 11 грудня 2009 року №1047. До 2009 р. на території Володимирівського науково-дослідного природоохоронного відділення (на той час Володимирівське лісництво) проводилися чисельні рубки, як санітарні, так і суцільні. Останні передбачали подальше відновлення деревних насаджень, створення на таких ділянках лісових культур. Перевага надавалась місцевим видам, перш за все *Pinus sylvestris* L., а також *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Acer campestre* L., що є типовими для лісів регіону. Площі, зайняті різновіковими культурами сосни звичайної, охоплюють значну частину території і представлені молодими, середньовіковими, пристигаючими та стиглими деревостанами.

Молоді насадження, що відносяться до першого вікового класу (до 20 років), характеризуються щільним зімкненням крон, з показником зімкнення близько 70-80%, та відносно однорідною структурою, відсутністю чагарникового ярусу, а подекуди і трав'яного. У середньовікових культурах (від 20 до 50 років) спостерігається поступове збільшення вертикальної ярусності, з домінуванням у підліску листяних порід, таких як *Betula pendula* та *Quercus robur*. Найпоширенішими трав'яними видами для таких типів угруповань є *Convallaria majalis* L., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Пристигаючі та стиглі насадження (понад 50 років) характеризуються різним ступенем зімкнення крон (від 50 до 80%), і складнішою багатоярусною структурою. Місцями спостерігається добре розвинений мохово-лишайниковий покрив, а також підлісок за участю *Tilia cordata*, *Acer platanoides* та *Frangula alnus* Mill.. Такі насадження створюють еколого-ценотичні умови, що сприяють збереженню та відновленню біорізноманіття парку.

Відновлення лісових екосистем на території Парку поєднує активні та пасивні заходи, що сприяють стабілізації та підвищенню стійкості природних комплексів. Природне відновлення лісових екосистем відбувається через охорону найбільш цінних ділянок та мінімізацію антропогенних впливів (зокрема, рекреаційного навантаження). Такий підхід не лише забезпечує відновлення лісового покриву, але й створює умови для розвитку біорізноманіття та підтримки популяцій рідкісних видів рослин і тварин.

Разом із тим, протягом останніх десятиліть на території Парку зафіксовано поступове збільшення лісовкритих площ саме за рахунок перетворення перезволожених біотопів трав'яного типу на біотопи деревного типу. Останні формуються не тільки на місці трав'яних боліт, а навіть на ділянках колишніх водойм, що пересохли [1-3]. Зміни гідрологічного режиму насамперед обумовлені проведенням у середині ХХ ст. осушувальної меліорації прилеглих територій. Зниження рівня ґрунтових вод і певна аридизація клімату у останні роки призводять до зменшення загальної вологості ґрунту і розвитку процесів ксерофітизації едафотопу. Внаслідок цього отримує розвиток процес природної сільватизації рослинних угруповань водно-болотних угідь.

Сільватизація території Парку призвела до помітного скорочення площ осокових та очеретяних боліт, на які у межах генерального профілю №1 наразі приходиться лише 294 та 318 тис. м<sup>2</sup> відповідно [2]. Процес природної сільватизації перетворює значну частину таких болотних біотопів на біотопи фанерофітного типу. Дослідження показало, що за останні 20 років частина колишніх осокових і очеретяних боліт вже трансформувалася у березняки. Останні, залежно від особливостей рельєфу і рівня ґрунтових вод, можуть бути представлені, як осиковими, так і молінієвими березняками з різним ступенем зімкнення крон (від 40% до 70%). Подекуди формуються також сфагнові березняки, де покриття сфагновими мохами не перевищує 20% площі. Між окремими болотами також трапляються осичняки, як перехідна стадія до більш стабільних лісових угруповань [2]. Таким чином, сільватизація водно-болотних угідь Парку є важливим природним процесом, що відображає специфіку трансформації екосистем у межах цієї території під впливом кліматичних та гідрологічних змін.

У рослинних угрупованнях боліт, вологих і перезволожених лук, поступово відбувається заміщення характерних для їх трав'яного ярусу видів типовими сільвантами. Поступово витісняються такі види-едифікатори трав'яного ярусу, як *Carex acutiformis* Ehrh., *Juncus effusus* L. та *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth. Натомість з'являються представники інших життєвих форм – чагарники на кшталт *Salix cinerea* L. і *Frangula alnus*, а також дерева, як-от *Betula pubescens* Ehrh. і *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. На місці одно-двоярусних угруповань формуються ценози з більш складною структурою, з'являється багаторусність, що властива зрілим лісовим екосистемам [3].

При сукцесії, під час якої відбувається сільватизація рослинного покриву, спочатку збільшується площа біотопів чагарникового типу. Наразі у межах генерального профілю №1 на такій стадії перебувають угруповання у кварталах 22 (виділ 10), 23 (виділ 1), 24 (виділи 7, 15), 25 (виділ 16), 31 (виділи 12, 17, 22), де висота сосни, берези, вільхи не перевищує 5 м. Загальна площа біотопів такого типу складає 18,1 га. Поступово тут з'являються види тварин, адаптовані до лісових біотопів, зокрема, численні дрібні ссавці та птахи, характерні для чагарникових заростей і молодих лісів. Взагалі, природна сільватизація рослинного покриву у межах генерального профілю №1 призвела до того, що площа березняків збільшилася до 96,3 га, вільшняків - до 5,1 га, в той час як площа сосняків складає усього 3,7 га.

#### **Висновки**

Сільватизація водно-болотних угідь є складним екологічним процесом, який викликає значний інтерес серед дослідників і природоохоронців. Науковий моніторинг цього явища дозволяє оцінити темпи змін та їхній вплив на підтримання біорізноманіття лісових екосистем Парку.

#### **Список використаної літератури**

1. Безроднова О. В., Клещ А. А. Рослинний покрив прибережної та берегової зон лісових боліт НПП «Слобожанський» (особливості структури та напрямки трансформації). Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: Біологія. 2019. Вип. 32. С. 5–17.
2. Безроднова О. В., Клещ А. А., Ларіонова А. М., Голуб В. Р. Рослинні угруповання перезволожених біотопів у складі генерального профілю №1 НПП «Слобожанський». Охорона довкілля: зб. наук. статей XVI Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2020. С. 10–13.
3. Волошин М. І., Кучма М. Д., Хаурдінова Г. О., Мороз В. В. Динаміка сукцесії в лісових насадженнях. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця, Вип. 4, № 63, 2012. С. 162–169.
4. Літопис природи Національного природного парку «Слобожанський» (за 2019 рік) / Брусенцова Н. О., Бондаренко З. С., Безроднова О. В. та інші. Т.8. Краснокутськ, 2020. 234 с. Рукопис
5. Лукіша В. В., Лисенко Г. М., Шульга О. О. Оцінка сукцесій рослинного покриву Ічнянського національного природного парку в умовах змін клімату. Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К.: Видавничий дім «Гельветика», № 7(34), 2021. С. 105–110.
6. Яценко П. Т., Надорожняк О. Я. Сільватизація як процес і фактор ренатуралізації природних екосистем західного Полісся. Науковий вісник, вип. 13.3. Серія: Лісова типологія, екологія та біологія лісу, 2003. С. 171-175.



Іванюк Р.О.,  
здобувач вищої освіти освітньо-наукового ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Мельник-Шамрай В.В.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[phd101242\\_iro@student.ztu.edu.ua](mailto:phd101242_iro@student.ztu.edu.ua)

## ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ В УКРАЇНІ

Лісові пожежі – це горіння рослинності, що інтенсивно поширюється по лісовій території. Лісові пожежі бувають різних типів: низові, верхові, підземні, а за ступенем рухомості бувають – слабкі, середні та сильні. За результатами узагальнення основних причин виникнення лісових пожеж можна виділити дві: несприятливі погодні умови (висока температура повітря, відсутність опадів) та антропогенна діяльність людини (необережне поводження з вогнем, військові дії). Лісові пожежі знищують деревну та трав'янисту рослинність, що призводить до погіршення захисних, водоохоронних та рекреаційних функцій лісу, а також спостерігається втрата недеревної продукції лісу, яка досить широко використовується населенням. Крім того, значної шкоди зазнає фауна, яка втрачає свої місця для існування та кормову базу [1, 2]. Аналіз лісових пожеж за останні 10 років (рис. 1) демонструє, що кожного року їх кількість значно коливається [3]. Так, найбільша кількість пожеж була відмічена в 2015, 2017 та 2020 роках, а найменша в 2023 та 2021 роках. Проте, варто відмітити, що найбільша площа постраждалих лісових масивів від пожеж була в 2020 році і становила 74623 га, тоді як в 2017 році така площа ураження була лише 5474 га. У 2023 році в лісах лісогосподарської галузі ліквідовано 593 пожежі на площі 906,8 га [3], середня площа однієї лісової пожежі становила – 1,5 га. Загальні збитки лісовій галузі від пожеж в 2023 році становлять понад 7 млн. грн. Аналізуючи розподіл лісових пожеж за областями України, можна відмітити, що найбільша їх кількість у Харківській (площа лісів, що зазнали впливу 204,3 га), Київській (54,8 га), Миколаївській (151,6 га), Чернігівській (46,2 га), Дніпропетровській (51,7 га). Причинами таких пожеж в 2023 році були: військові дії (48 %), порушенням правил пожежної безпеки в лісах населенням (42 %) та інші причини (10 %). За 9 місяців 2024 року виявлено 1828 лісових пожеж на площі 23041,3 га.

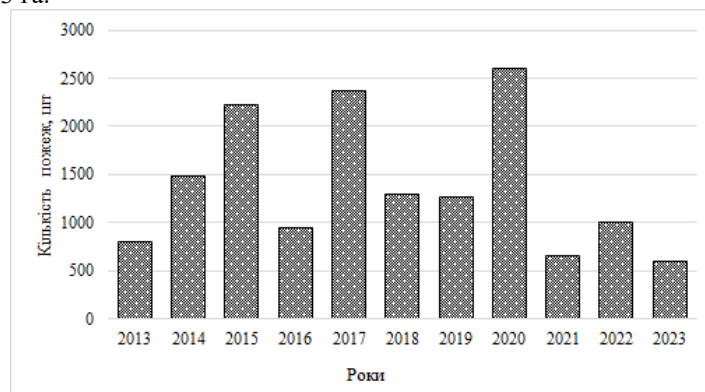


Рис. 1. Кількість лісових пожеж в Україні з 2013 по 2023 рр.

Державними лісогосподарськими підприємствами проводяться наступні заходи щодо попередження виникнення лісових пожеж: влаштування та догляд за протипожежними розривами та мінералізованими смугами, встановлення наглядної агітації, виступи в засобах масової інформації, опублікування відповідних статей, проведення лекцій та бесід з громадськістю. Державною лісовою охороною проводяться рейди щодо дотримання вимог «Правил пожежної безпеки в лісах України». Так, в 2023 році було здійснено 9,6 тис рейдів, а в 2022 та 2021 по 16,5 тисяч рейдів. В період з 2021 по 2023 роки за результатами роботи Державної лісової охорони було складено 857 адміністративних протоколів на порушників на суму понад 1 млн. 363 тис. гривень.

### Список використаної літератури

1. Пацева І., Барабаш О., Мельник-Шамрай В., Пацев І. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. № 3. С. 59-65.
2. Пацева І. Г., Барабаш О. В., Мельник-Шамрай В. В., Шамрай В. І., Пацев І. С. Аналіз сучасного стану лісових ресурсів у контексті сталого розвитку. Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2023. № 4 (493) . С. 205-211.
3. Державне агентство лісових ресурсів України. Режим доступу: <https://forest.gov.ua/> (дата звернення: 27.10.2024 р.).

*Горшкальова В.П.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Мельник-Шамрай В.В.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ МАСИВІВ**

Ліси відіграють ключову роль у підтримці екосистем Землі. Вони не лише забезпечують нас киснем, поглинаючи вуглекислий газ, але й регулюють клімат, впливають на водний баланс та є домівкою для тисяч видів тварин і рослин. Однак через масові вирубки, зміну клімату та інші екологічні загрози виникає потреба в активному відновленні лісів і збереженні їхнього біорізноманіття. Особливу увагу слід приділити ситуації в Україні, де ліси займають значну частину території та відіграють важливу екологічну, економічну та соціальну роль.

Відтворення лісів – це не просто висадка дерев, а комплексний процес, що включає природне і штучне поновлення, агролісівництво, догляд за лісовими насадженнями та боротьбу з шкідниками. Важливо використовувати місцеві види рослин, оскільки вони найкраще пристосовані до умов регіону та можуть забезпечити стійкість екосистем.

Особливої уваги вимагає ініціатива «Зелена країна», в рамках якої Україна планує висадити мільярд нових дерев до 2025 року. Ця програма є критично важливою для боротьби зі зміною клімату, оскільки ліси є одним з найефективніших природних механізмів поглинання вуглецю. Окрім того, відновлення лісів сприяє захисту ґрунтів від ерозії та поліпшенню водного балансу. Ліси є домом для понад 80 % усіх наземних видів флори та фауни. Втрата біорізноманіття призводить до незворотних екологічних змін і може вплинути на стійкість екосистем. В Україні ліси Карпат і Полісся є осередками багатого біорізноманіття, де мешкають рідкісні та зникаючі види. Один з найважливіших аспектів збереження біорізноманіття – це створення природоохоронних зон. Заповідні території допомагають зберігати види від вимирання, а також зменшують вплив людської діяльності. Важливим кроком є боротьба з незаконною вирубкою лісів та браконьєрством, які суттєво впливають на флору та фауну.

Ліси виконують безліч екосистемних функцій, що забезпечують стабільність природного середовища та життя людини. Екосистемні послуги лісових екосистем це забезпечення рекреаційних цінностей лісових масивів, захист ґрунтів від ерозії, підвищення урожайності сільськогосподарських культур, збереження біорізноманіття, регулювання водостоку, продукування кисню, поглинання двоокису вуглецю та ін. За класифікацією МЕА лісові масиви забезпечують всі чотири групи екосистемних послуг, проте найважливішими з них є:

- Регуляція клімату: Ліси поглинають вуглекислий газ і випаровують вологу, що сприяє охолодженню атмосфери та підтримці кліматичного балансу.
- Захист ґрунтів: Лісові кореневі системи допомагають захистити ґрунти від ерозії та запобігти їх деградації.
- Водний баланс: Ліси забезпечують фільтрацію дощової води, підживлюють підземні води та зберігають гідрологічний баланс в екосистемах.
- Забезпечення ресурсів: Ліси є джерелом деревини, харчових продуктів, лікарських рослин і є важливою частиною життя багатьох спільнот.

Згідно з екологічними дослідженнями, ліси України відіграють важливу роль у регуляції клімату та збереженні біорізноманіття. Однак через незаконну вирубку, пожежі та шкідників площа лісів поступово зменшується. У 2014 році площа лісів становила близько 10,4 мільйонів гектарів, а до 2024 року ця цифра зменшилася приблизно до 10,185 мільйонів гектарів. Водночас урядові програми з лісовідновлення допомагають компенсувати втрати: щороку висаджуються нові ділянки лісів.

Збереження і відновлення лісів є надзвичайно важливим для забезпечення екологічної стійкості та захисту біорізноманіття. Ліси виконують життєво важливі функції для регулювання клімату, захисту ґрунтів, водних ресурсів та підтримки життя на Землі. В Україні ліси потребують особливої уваги через загрози, що виникають від незаконної вирубки, кліматичних змін та війни. Спільні зусилля урядів, громадськості та бізнесу, такі як ініціатива «Зелена країна», допоможуть зберегти та відновити лісові ресурси, забезпечивши стабільність для майбутніх поколінь.

Список використаної літератури

1. Державне агентство лісових ресурсів України. Режим доступу: <http://dklg.kmu.gov.ua> (дата звернення: 27.10.2024 р.)
2. Пацева І. Г., Барабаш О. В., Мельник-Шамрай В. В., Шамрай В. І., Пацев І.С. Аналіз сучасного стану лісових ресурсів у контексті сталого розвитку. Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2023. № 4 (493) . С. 205-211.

*Добровольський С.К.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Валерко Р. А.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
ke\_vra@ztu.edu.ua*

## **АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНІ КОМПЛЕКСИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА**

Антропогенний вплив на природні комплекси Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника у 2023 році виявлявся в різній мірі й за кількома напрямками:

1. Транспортний рух (турбування тварин і їх можливе зіткнення з транспортними засобами). В цілому, цей вплив – незначний, оскільки транспортний потік – невеликий, переважно, на кількох головних дорогах і, майже виключно, в денний час. У результаті режимних обмежень та руйнації мостів знизилась частка автомобільних доріг, які знаходяться в експлуатації. Також повністю призупинено користування залізницею.

2. Підтримка транспортних комунікацій (доріг, ЛЕП) в робочому стані (ремонт, профілактичне обслуговування, зачистка від деревної рослинності й трави) зумовлює турбування тварин. Частота та географія цих заходів невелика, а тому вплив на біоту незначний.

3. Підтримка гідротехнічних споруд (каналів, мостів, шлюзів, дамб) в робочому стані (турбування і створення невластивих для даної території умов). Це – перманентний вплив на природні комплекси слабкої інтенсивності, обмежений, переважно, лише окремими ділянками зони відчуження.

4. Господарська активність на промислових майданчиках і в деяких населених пунктах (ЧАЕС, пункти поводження з РАВ, транспортні, комунальні й інші підприємства та організації зони відчуження). Незважаючи на локалізацію впливу лише на 5–7% від загальної площі зони відчуження, він спричиняє однозначно негативний і перманентний характер, причому не лише всередині майданчиків, але й на прилеглих територіях. Унаслідок цього забруднюється довкілля, утворюються величезні запаси різноманітних відходів, порушується спокій об'єктів фауни.

5. Протипожежні заходи. Основна форма – створення мінералізованих протипожежних смуг вздовж доріг і меж лісових масивів. Здійснюється на більшій частині зони відчуження, 1–3 рази на рік. Якщо не враховувати поточне порушення спокою об'єктів фауни в процесі самої оранки, то вплив цих заходів на природні комплекси – мінімальний. Крім цього, здійснюване створення протипожежних розривів має більш негативний вплив, оскільки супроводжується проведенням суцільних рубок, а, відповідно, призводить до повного знищення екосистеми у місці створення розриву.

6. Пожежі. Це явище, як правило, антропогенного походження і завжди має масштабні негативні наслідки для природи. Нестабільна водозабезпеченість угідь, домінування соснових культур, величезна кількість соснового сухостою, значний обсяг сухої рослинної мортмаси на луках обумовлюють вкрай високі ризики повторюваності пожеж. Найбільш масштабними з катастрофічними наслідками на території зони відчуження були пожежі 1992 (17 тис. га), 2015 (10,8 тис. га), 2020 (67,5 тис. га.) та 2022 (31,7 тис. га) років. Масштабні пожежі, насамперед у період вегетаційного сезону під час гніздування птахів, через сезонні особливості розвитку флори та фауни, у тому числі видів, внесених до різних охоронних списків, призводять до загибелі значної кількості особин, а в подальшому можуть зумовити зміну видового складу рослинних угруповань. Постпірогенні сукцесії пришвидшать темпи натуралізації, за якої трав'яні угруповання будуть замінені більш характерними для зони Полісся чагарниковими та/або лісовими формаціями. Пожежну ситуацію 2023 року детально викладено у підрозділі 8.1.

7. Лісгосподарська діяльність. Із започаткуванням з середини 1990-х років робіт з ліквідації наслідків масштабних лісових пожеж 1992 р. цей вид антропогенного впливу набув достатньо великих масштабів. У ході проведення цих заходів вирубувалася та розчищалася рослинність, що зазнала шкоди на великих ділянках згарищ. Згодом на них створювалися лісові культури, переважно монокультури сосни і берези. В пошкоджених пожежами осередках проживання тварин додатково порушувалися умови їх перебування, зумовлені проведенням обробітку ґрунту та виникненням нехарактерних природних умов. Найбільші масштаби лісгосподарської діяльності та її наслідків спостерігаються у південно-східній частині зони відчуження. Створення лісових культур на перелогах призводить до знищення середовища існування лугових організмів, тваринних і рослинних комплексів. Зараз лісгосподарська діяльність, поряд із пожежами, – найбільш загрозливий і найбільш негативний вид антропогенного впливу на природу в зоні відчуження. Лісгосподарські заходи на території заповідника у 2023 році не проводились.

8. Браконьєрство (незаконне використання природних ресурсів). Здійснює незначний вплив на фауну заповідника. У зв'язку з режимними обмеженнями та високим рівнем охорони території випадки

браконьєрства трапляються іноді. Під час окупації території Заповідника імовірно мали місце випадки незаконного полювання на тварин. У 2023 році підтверджених фактів браконьєрства не виявлено.

9. Перебування людей (окрім браконьєрів) на природних ділянках, поза промисловими зонами. На території зони відчуження працюють представники моніторингових організацій, наукових установ, відділу охорони ПЗФ Заповідника тощо. Ця форма впливу, як правило, не спричиняє будь-якої помітної шкоди, не беручи до уваги тимчасового турбування тварин. Однак поява людей несе за собою і потенційну загрозу: багато хто залишає після себе сміття і необережно поводить з джерелами вогню.

10. Місцеві жителі. На території зони відчуження можуть проживати лише працівники місцевих підприємств, тільки на час роботи і тільки у відведених для цього місцях (селітебна зона). Фактично ж у ряді сіл південно-східного і західного секторів зони відчуження проживають так звані «самопоселенці», які ведуть традиційне землеробство і тваринництво, користуються місцевими рослинними і тваринними ресурсами. Раніше більшість з них були колишніми жителями, переважно похилого віку, що повернулись в свої помешкання після аварії.

11. Відвідувачі зони відчуження. Територією Заповідника проходить 7 маршрутів: № 4 м. Чорнобиль – с. Паришів; № 9 м. Чорнобиль – Красне; № 10 м. Чорнобиль – Поліське; № 11 м. Чорнобиль – пл «Сказочний»; № 12 КПП «Дитятки» – Бички – Замошня; № 13 ЧАЕС – станція Янів – Новошепеличі – Луб'янка; № 14 Чорнобиль – лівий берег р. Прип'ять – Ладичичі – Теремці. У зв'язку з військовим станом відвідування території Заповідника з середини лютого 2022 року призупинено.

12. Покинута та діюча інфраструктура. Найбільші відхилення від природного стану спостерігаються на території залишених і діючих населених пунктів, промислових територіях, у місцях локалізації побутового, будівельного та промислового сміття, вздовж споруд транспортної інфраструктури (автомобільні і залізничні шляхи, лінії електропередач). За відсутності людей тварини і рослини освоюють ці території, будівлі, конструкції, сміття та інші техногенні елементи, які несуть у собі значні ризики для їх існування. В ході досліджень були відмічені негативні результати – наслідки минулої і сучасної діяльності людини:

- загибель тварин внаслідок зіткнення з рухомих транспортом (амфібії, рептилії, птахи, ссавці);
- загибель тварин у «пастках»: міжвіконний простір (птахи, летючі миші), внутрішні приміщення будівель (птахи, ссавці), колодязі (ссавці, амфібії), дротяні загорожі (ссавці, птахи), предмети, залишені людьми (наприклад, скляні банки);
- загибель тварин внаслідок поїдання неїстівних або токсичних предметів штучного походження (пластик, хімічні речовини тощо);
- загибель птахів на діючих лініях електропередач;
- загибель птахів при зіткненнях з віконним склом.

13. Військові дії та наслідки окупації. Найістотнішими за масштабом та впливом на природні комплекси Заповідника у 2023 році залишаються наслідки окупації та військові дії, у тому числі будівництво фортифікаційних споруд і укріплень, періодичні тренування військових. Через територію заповідника періодично пролітають крилаті ракети та дрони, які використовують для обстрілів України. Їх проліт створює шумове забруднення, а збиття над територією заповідника спричинює виникнення пожеж.

Значної шкоди на довготривалій період завдало забруднення території заповідника вибухонебезпечними предметами і мінами. Внаслідок цього значно обмежилась спроможність персоналу виконувати функції з охорони довкілля через загрозу життю і здоров'ю. Наразі проведення патрулювань і виявлення порушень обмежені головними дорогами і територіями, на яких завершено виконання заходів з розмінування. Крім того, значно погіршилась спроможність боротьби з пожежами та їх оперативного гасіння. Під час гасіння пожеж заборонено заходити на заміновані території, а під час руху неперевіреною ділянкою має бути присутня саперна бригада, яка здійснюватиме розмінування. Таким чином, пожежі на забруднених вибухонебезпечними предметами територіях можна контролювати з доріг, розмінованих просік тощо. Така ситуація сприяє виникненню великих пожеж, які складно контролювати. У найближчі роки, до вирішення проблеми забруднення території вибухонебезпечними предметами, слід очікувати виникнення великих і особливо великих пожеж. Поряд з обмеженням доступу людини, міни і нерозірвані боєприпаси несуть загрозу об'єктам фауни у разі їх детонації.

Наразі наслідки військової агресії для природи Заповідника недостатньо вивчені через безпекові заходи і особливий режим території. Дослідження впливу наслідків війни на довкілля буде продовжено у наступні роки.

#### Список використаної літератури

1. Пацева І. Г., Алпатова О. М., Демчук Л. І., Кірейцева Г. В., Левицький В. Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. *Екологічні науки*. 2022. № 4(43). С. 19-22. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.3>.
2. Валерко Р. А., Добровольський С. К., Хмельницький С. А. Оцінка збитків від пожеж в умовах природно-заповідного фонду. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 263-269.

*Корінчук А.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня “бакалавр”  
спеціальності 101 “Екологія”  
Науковий керівник: Можарівська І.А.,  
к.с.-г. н., доцент кафедри здоров’я природи та якості  
харчових ресурсів  
Державний університет “Житомирська політехніка”  
[eo41\\_kao@student.ztu.edu.ua](mailto:eo41_kao@student.ztu.edu.ua)  
[ke\\_mia@ztu.edu.ua](mailto:ke_mia@ztu.edu.ua)*

## **ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ТЕРИТОРІЙ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ**

Лісові насадження з 2014 року до сьогодні стикаються з масовими викликами такими як: вирубка лісових насаджень зокрема тих, які занесені до Червоної книги України, а саме: ялиця звичайна та деякі види дубів. Також не варто забувати про деградацію лісових територій, які є в зонах окупації.

Наслідками цього можуть бути: посилення ефекту парникового газу: деградація лісів може призвести до викидів вуглекислого газу та збільшення парникового ефекту, що може збільшити глобальне потепління, зменшення водного балансу, втрачання життєвого циклу багатьох насаджень [1].

Створення нових територій природно-заповідного фонду призупинилися у більшості областей через військові дії. Наразі не можливо оцінити реальний рівень шкоди об'єктам природно-заповідного фонду через війну, оскільки в багатьох місцях тривають активні бойові дії і створюються численні обмеження для природоохоронної діяльності на тимчасово окупованих територіях. Природні екосистеми також страждають від фортифікаційного будівництва, пошкодження вибухами, військовим транспортом, пожежами та іншими факторами [2, 4, 5].

Важко встановити обсяг і вплив на кількість деревини, яка постраждала через збройну агресію і використовується або вже використана для ведення бойових дій, та її відношення до об'єктів природно-заповідного фонду наразі.

Оцінка завданих збитків природно-заповідним об'єктам ускладнена постійними обстрілами та обмеженим доступом на територію. Навіть після завершення війни вирішення цього питання буде проблематичним через густе мінування та велику кількість нерозірваних снарядів, а також невелику відстань до лінії фронту [3].

На державному рівні розробляється План відновлення України, який включає у себе відновлення лісів. Основні завдання з відновлення лісів включають розмінування, прибирання залишків техніки, озброєння та боєприпасів, інвентаризацію лісів, проведення санітарних рубок, перезахоронення тіл загиблих, використання деревини та фрагментів рослин з господарською метою, утилізацію відходів та лісовідновлення.

Плановий процес лісовідновлення в Україні може стати можливим лише після завершення війни. Хоча природне відновлення починається вже під час воєнних дій, воно, ймовірно, не буде достатньо ефективним і тривалим через значні пошкодження довкілля та ймовірність їх повторного виникнення.

Що стосується відновлення територій які зазнали військових дій: збереження лісових територій в післявоєнний період є дуже важливим завданням, оскільки під час військових дій ліси можуть бути серйозно пошкоджені. Для збереження лісових ресурсів можна вжити декілька заходів, таких як відновлення вирубаних дерев, очищення лісів від небезпечних матеріалів, сприяння природному відновленню лісових масивів. Також важливо встановити контроль за територією, щоб уникнути незаконного вирубування дерев та запобігти лісовим пожежам.

### **Список використаної літератури**

1. Андрієнко Т. Л. Сучасна мережа лісових природно-заповідних територій Поліської частини Чернігівської області. Біологічне та ландшафтне різноманіття лісових територій ПЗФ Лівобережного Полісся в межах Чернігівської області / за заг. ред. Т. Л. Андрієнко. Чернігів: 2013. – С. 21–32.

2. Воєнні дії на сході України - цивілізаційні виклики людству. / [Ольга Мелень - Забрамна, Софія Шутяк та ін. ; за заг. ред. Олени Кравченко ]; Львів: ЕПЛ, 2015. - 136 с

3. .Національний форум [https://grecolc.law/wp-content/uploads/2023/02/Tekst\\_Zbirky\\_Forum\\_Vidhody\\_-2022\\_.pdf#page=238](https://grecolc.law/wp-content/uploads/2023/02/Tekst_Zbirky_Forum_Vidhody_-2022_.pdf#page=238)

4. Мельник-Шамрай В.В., Гончарук В.М., Романюк О.О. Вплив російсько-української війни на ліси України. Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Біла Церква, 19 квітня 2024 р.). Біла Церква: БНАУ, 2024. С.169-171.

5. Пацев І.С., Барабаш О.В., Пацева І.Г. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми Житомирщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 5 (50). С. 114–118.

Адаменко О.Л.,  
 здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
 спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
 Науковий керівник: Валерко Р. А.,  
 к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
 Державний університет «Житомирська політехніка»  
[ke\\_vra@ztu.edu.ua](mailto:ke_vra@ztu.edu.ua)

## АНАЛІЗ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Статистика пожеж на території зони відчуження ведеться з 1993 р. після створення лісогосподарського підприємства в післяварійний період. При зборі даних було виявлено, що під час фіксування пожеж часто не вказувались їх точні координати, детальні дані за певні роки були знайдені неповними, що в цілому не здійснює значного впливу на аналіз пожежної ситуації в зоні відчуження. За період з 1993 по 2022 рр. на території зони відчуження виникло 1796 пожеж, якими пройдено 120395,17 га забруднених радіонуклідами територій. Аналіз даних показує чітко помітні пожежні максимуми у 1995, 1999, 2002, 2009, 2015 та 2020 рр. – коли кількість та площа пожеж була вищою ніж у попередній та наступний роки. Крім того новий максимум сформувався у 2022 році. Він зумовлений головним чином військовою агресією росії проти України.

Протягом 2022 року на території зони відчуження зафіксовано 66 пожеж на площі 31743,6 га, з яких 61 на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника (рис. 1). Інформація одержана з інформаційних довідок та на основі аналізу даних супутникової зйомки (VIIRS, MODIS) з подальшою верифікацією площ пожеж по даних супутникової зйомки Sentinel-2 та Landsat 8,9.

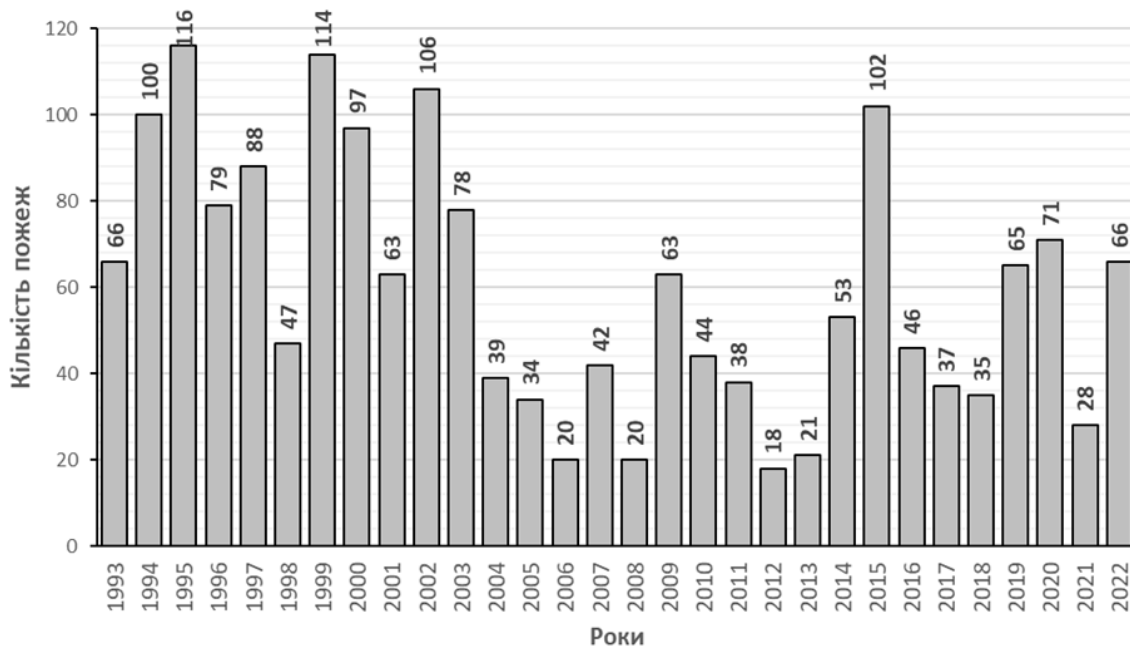


Рис. 1. Розподіл кількості пожеж на території зони відчуження за період 1993-2022 рр.

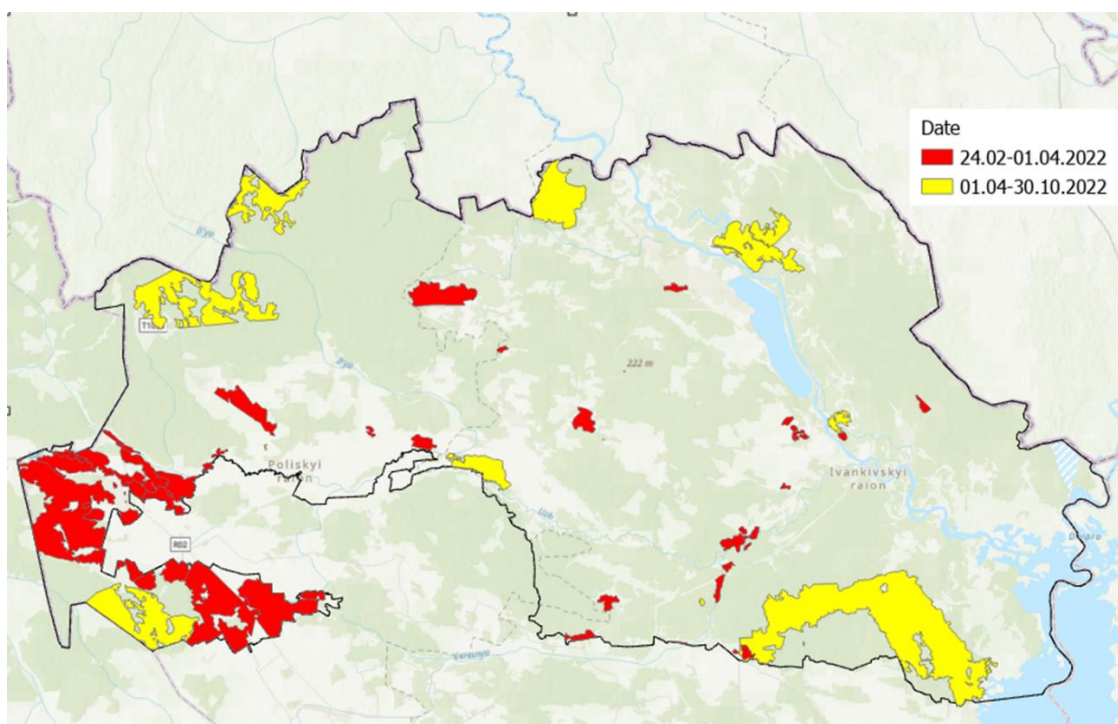
При формуванні критичних погодних умов аналогічних умовам 1992, 2015 та 2020 років (коли мали місце масові пожежі особливо великих розмірів) існує висока вірогідність повторного виникнення великих пожеж, площа яких буде визначатись як погодними умовами так і оперативністю дій сил протипожежної охорони лісів. У 2022 році відбулись суттєві зміни у господарюванні на території заповідника. Зона відчуження була в окупації з 24 лютого до 1 квітня 2022 року, під час якої було знищено та викрадено значну кількість техніки ДСП «Північна Пуща», що використовувалась у лісогосподарській і протипожежній діяльності. Внаслідок військових дій та забруднення території зони відчуження вибухонебезпечними предметами і мінами значно знизилась можливість безпечного виконання природоохоронних, лісогосподарських і протипожежних заходів. Забруднені вибухонебезпечними предметами території залишаються недоступними для гасіння пожеж через загрозу для життя і здоров'я персоналу і пожежних задіяних у боротьбі з пожежами.

Найбільшу частку по площі склали пожежі у лісах ці пожежі відбувались здебільшого в травні-вересні. Головною причиною розвитку цих пожеж стало забруднення території вибухонебезпечними

предметами. В той же час площа пожеж на перелогах становить 27 %. Більшість з цих пожеж відбувалися у лютому-квітні під час окупації зони відчуження. Ці пожежі виникали як внаслідок бойових дій, бомбардувань, обстрілів, так і навмисних підпалів. Досить велика частка пожеж відбувалась у покинутих селах та водно-болотних угіддях, що є характерним під час розвитку великих пожеж.

Найбільш пожежонебезпечними місяцями на території заповідника є квітень-травень. У ці місяці відбувається 44,6 % усіх пожеж, а площа пожеж сягає 91,7 %. Протягом пожежонебезпечного періоду найбільші середні площі пожеж спостерігаються у квітні та серпні. У зв'язку з чим формуються два пожежні піки – весняний та літній. У 2022 році сформувався чіткий весняний пік у березні за рахунок високої площі і кількості пожеж на перелогах спричинених військовими діями. Також зафіксовано традиційні пожежні піки у травні і липні-серпні.

Пожежі відбуваються по всій території зони відчуження, проте найчастіше вони фіксуються в місцях перебування персоналу і відвідувачів (вздовж доріг, поблизу населених пунктів) та у південній частині території. Проте у 2022 році вплив на розташування і поширення пожеж здійснили військові дії забруднення території вибухонебезпечними предметами і замінування (рис. 2).



**Рис. 2. Розташування осередків пожеж на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника у 2022 році**

Найбільшу небезпеку на території Заповідника складають великі пожежі, під час яких у повітря з димом може потрапити значна кількість радіонуклідів, що буде переноситись на великі відстані та пошкоджуються великі площі екосистем. Протягом 2022 року на території Заповідника виникло 19 особливо великих пожеж площею від 253 до 7836 га. Вони відбувалися як на перелогах так і в лісах та завдали шкоди екосистемам.

**Список використаної літератури**

1. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А. Гуманітарне розмінування України. *Аграрні інновації*. 2024. №24. С. 232-238. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.33>.
2. Валерко Р. А., Добровольський С. К., Хмельницький С. А. Оцінка збитків від пожеж в умовах природно-заповідного фонду. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 263-269.
3. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Ярошенко Б.О., Члек О.М. Загрози довкілля внаслідок військових дій очима дітей. *Екологічні науки*. 2022. № 43. С. 168-173.
4. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О., Примера І. О. Оцінка розміру шкоди для довкілля, спричинена військовими діями. *Таврійський науковий вісник*. № 126. С. 251-258.
5. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А. Гуманітарне розмінування України. *Аграрні інновації*. 2024. №24. С. 232-238. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.33>.

Юзик Д.І.,  
старший науковий співробітник  
к.б.н., старший дослідник,  
Національний природний парк «Черемоський»  
[muscicapa@ukr.net](mailto:muscicapa@ukr.net)

## РОЗМІР КЛАДКИ ТА УСПІШНІСТЬ ГНІЗДУВАННЯ СИНІЦЬ ВЕЛИКОЇ (*PARUS MAJOR*) ТА ЧОРНОЇ (*PERIPARUS ATER*) В НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ «ЧЕРЕМОСЬКИЙ»

Розмір кладки та успішність гніздування є ключовими показниками, що визначають чисельність і стійкість популяцій птахів. На ці параметри впливають як внутрішні фактори, як-от генетика та пластичність в поведінці, так і зовнішні, зокрема екологічні умови та доступність корму. Для дуплогнізних видів, таких як синиця велика (*Parus major*) і синиця чорна (*Periparus ater*), аналіз успішності гніздування в Національному природному парку (далі – НПП, Парк) «Черемоський» має особливе значення, адже гірські умови та сезонні коливання температури можуть суттєво впливати на виживання пташенят. Ці дослідження дозволяють оцінити адаптивні можливості місцевих популяцій та сприяють розробці заходів для їхнього збереження.

Дослідження проведено з 2018 по 2024 роки на території НПП «Черемоський» (Чернівецька обл.). Моніторинг проведено на двох постійних пробних площах (далі – ППП), призначених для моніторингу репродуктивного періоду дрібних горобцеподібних птахів. Першу з них закладено у 2017 році в Перкалабському природоохоронному науково-дослідному відділенні (далі ПНДВ), другу – у 2023 році в Селятинському ПНДВ, для яких характерні дещо відмінні мікрокліматичні умови.

В межах ППП в Перкалабському ПНДВ під спостереженням були 20 штучних гніздівель (далі – ШГ, синичник) та в Селятинському ПНДВ – 23 ШГ зі стандартними розмірами, виготовлених з дощатого матеріалу, в яких відкривається передня стінка. Льоток діаметром від 3,5 до 5 см. ШГ перевіряли з квітня по серпень (у середньому раз на 10 днів).

$\bar{x} \pm SD$  1 середнє значення та середньоквадратичне відхилення

$100\% \cdot \frac{pe}{np}$  2 успішність вилуплення пташенят

$\frac{np2}{np1} \cdot 100\%$  3 успішність постембріонального гніздового періоду

де  $pe$  – кількість яєць;  $pr$  – кількість пташенят, що вилупилися;  $pr1$  – кількість пташенят, що вилупилися;  $pr2$  – кількість пташенят, які встали на крило.

Знайдено 36 гнізд синиць: 31 синиці великої (*Parus major*) і 5 синиці чорної (*Periparus ater*).

Вивчено 16 кладок синиці великої (*Parus major*), в т.ч. повних – 3, а також 4 кладки синиці чорної (*Periparus ater*).

Розмір кладок *Parus major* в НПП «Черемоський» варіює від 1 до 12 яєць, що в середньому становить  $2,2 \pm 1,8$  яєць ( $n=16$ ) (табл. 1). Повні кладки становили від 2 до 12 яєць (в середньому –  $7,3 \pm 3,6$  яєць) ( $n=3$ ). Розмір повних кладок, який би переважав у *Parus major* виявлено не було (рис.). Перші повні кладки були розпочаті у II декаді травня (14.05.2019, 16.05.2021 р.), другі кладки розпочато в II декаді червня (15.06.2019 р.) (табл. 2).

Розмір кладок *Periparus ater* варіює від 1 до 8 яєць (рис.), що в середньому становить  $5,0 \pm 3,0$  ( $n=4$ ) (табл. 1). Повні кладки становили від 3 до 8 яєць (в середньому –  $6,3 \pm 2,2$  яєць за  $n=3$ ). Переважали 8-йцеві кладки (66,7%, ( $n=3$ ), розпочаті у II декаді травня (17.05.2021 р.) (табл. 2).

Продуктивними виявились тільки ті кладки *Parus major*, які розпочаті в II декаді травня – 54,6% ( $n=4$ ), що в середньому на одну парку становить  $3,0 \pm 4,5$  (табл. 2). Успішність вильоту пташенят становила 100,0% ( $n=1$ ).

Стосовно продуктивності кладок *Periparus ater* – найбільшим цей показник був у кладок, розпочатих в II декаді травня (100,0% ;  $n=2$ ; в середньому 8,0 пташенят), так само як і успішність вильоту пташенят (81,3%;  $n=2$ ; в середньому  $6,5 \pm 1,5$  пташенят) (табл. 3).

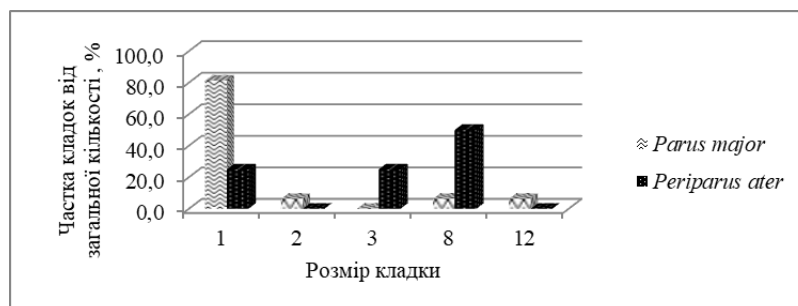


Рис. Частка кладок різного розміру у *Parus major* ( $n=16$ ) і *Periparus ater* ( $n=4$ ), 2018-2024 рр.



**Секція № 1 Відтворення лісів, збереження біорізноманіття та екосистемні функції лісів**

Таблиця 1

Хронологічна мінливість розміру кладок *Parus major* і *Periparus ater* на території  
НПП «Черемоський», 2018-2024 рр.

Рік	<i>Parus major</i>		<i>Periparus ater</i>	
	n	Середній розмір кладки	n	Середній розмір кладки
2018	1	1,0	-	-
2019	5	3,4±3,4	1	1,0
2020	1	1,0	-	-
2021	2	4,5±3,5	3	6,3±2,2
2022	1	1,0	-	-
2023	3	1,0	-	-
2024	3	1,0	-	-
Разом	16	2,2±1,8	4	5,0±3,0

Таблиця 2

Мінливість розміру кладок та успішність розмноження *Parus major* залежно від термінів початку  
відкладання яєць на території НПП «Черемоський», 2018-2024 рр.

Терміни початку відкладання яєць	<i>Parus major</i>						
	Кількість кладок	Кількість яєць у гніздах	Середній розмір кладки	Вилупилося пташенят		Вилетіло пташенят	
				частка від початкового числа яєць, %	у середньому на 1 пару	часта від числа пташенят, які вилупились, %	у середньому на 1 пару
21.04-30.04	1	1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05-10.05	2	2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11.05-20.05	4	22	7,0±4,0	54,6	3,0±4,5	100,0	3,0±4,5
21.05-31.05	1	1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06-10.06	1	1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11.06-20.06	3	4	1,3±0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
21.06-30.06	2	3	1,5±0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
21.07-31.07	1	1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблиця 3

Мінливість розміру кладок та успішність розмноження *Periparus ater* залежно від термінів початку  
відкладання яєць на території НПП «Черемоський», 2019, 2021 рр.

Терміни початку відкладання яєць	<i>Periparus ater</i>						
	Кількість кладок	Кількість яєць у гніздах	Середній розмір кладки	Вилупилося пташенят		Вилетіло пташенят	
				частка від початкового числа яєць, %	у середньому на 1 пару	часта від числа пташенят, які вилупились, %	у середньому на 1 пару
11.05-20.05	2	16	8,0	100,0	8,0	81,3	6,5±1,5
01.06-10.06	1	3	3,0	66,7	2,0	0,0	0,0
11.06-20.06	1	1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Дослідження гніздування синиць в умовах НПП «Черемоський» відображає вплив екологічних факторів на успішність розмноження дуплогнізних птахів у гірських екосистемах. Залежність розміру кладки та успішності вильоту пташенят від часу початку гніздування підкреслює значення сезонних умов та доступності ресурсів. Особливо продуктивними виявилися кладки, розпочаті в середині травня, що забезпечувало максимальне виживання пташенят. Отримані дані підкреслюють необхідність охорони таких природних територій для збереження популяцій і підтримки біорізноманіття.

*Кравченко В.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Наукові керівники: Шмандій В.М.,  
професор, доктор технічних наук,  
РигасТ.Є.,  
доцент, кандидат технічних наук  
Кременчуцький національний університет  
імені Михайла Остроградського  
[veronikakravchenko433@gmail.com](mailto:veronikakravchenko433@gmail.com)*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ШЛЯХОМ ВІДТВОРЕННЯ ЛІСІВ, ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ЛІСІВ**

Забезпечення екологічної безпеки через відтворення лісів, збереження біорізноманіття та підтримку екосистемних функцій лісів є одним із ключових елементів стійкого розвитку та охорони навколишнього середовища. За оцінками ФАО, ліси покривають приблизно 31% світової суші та є середовищем для понад 80% наземних видів рослин і тварин. Відновлення лісів та збереження їхніх функцій стало ключовим завданням для багатьох країн, особливо в умовах зростаючих глобальних екологічних викликів [4].

Ліси виконують ряд екосистемних функцій, таких як поглинання вуглецю, регуляція клімату, стабілізація ґрунтів та підтримка водного балансу. Крім цього, вони є важливим осередком біорізноманіття, оскільки надають середовище існування для численних видів флори та фауни. Збереження біорізноманіття в лісах має не лише екологічне, а й соціально-економічне значення, адже біорізноманіття сприяє стабільності та адаптивності екосистем [3].

Вирубка лісів та антропогенний вплив призвели до серйозних втрат лісових площ у багатьох регіонах світу. Це зумовило руйнування природних біотопів, зниження чисельності видів, втрату генетичної різноманітності та деградацію екосистемних функцій. Дослідження [2] показують, що незважаючи на значні зусилля з відновлення лісів, необхідні більш масштабні та довготривалі стратегії. Наприклад, екологічно адаптивне відтворення лісів є важливим підходом, який зосереджується на використанні місцевих видів та врахуванні специфіки екосистемних умов.

Ми вважаємо, що стратегічне відновлення лісів може включати наступні напрямки:

1. Розробка місцевих програм з відновлення лісів – використання місцевих порід дерев і рослин для відновлення природних екосистем.
2. Забезпечення стабільності ґрунтів – висадка дерев та рослин для запобігання ерозії ґрунтів, зокрема на схилах і в річкових басейнах.
3. Ефективне управління лісовими ресурсами – зниження вирубки лісів, розвиток програм сталого лісокористування, залучення місцевих громад до відновлення.
4. Захист біорізноманіття – створення природних заповідників, парків та інших охоронних територій, які забезпечують збереження рідкісних і зникаючих видів [5].

Збереження біорізноманіття та екосистемних функцій лісів є критично важливим для підтримання екологічного балансу, стабільності клімату та соціально-економічного добробуту суспільства. Лісові екосистеми забезпечують низку екосистемних послуг, таких як регуляція клімату, поглинання вуглецю, збереження водних ресурсів і захист ґрунтів. Втрата цих функцій унаслідок антропогенної діяльності може призвести до значних екологічних та економічних втрат. Відновлення лісів є ключовим механізмом для зниження негативних впливів та відновлення порушених екосистем.

Ліси є унікальними екосистемами, що відіграють значну роль у збереженні кліматичного балансу, поглинанні вуглекислого газу та регуляції гідрологічних процесів. Зокрема, ліси поглинають близько 2,6 мільярдів тон CO<sub>2</sub> щороку [1], що становить майже третину глобальних викидів, пов'язаних із викопними паливами. Ця здатність лісів до вуглецевого секвестрування є особливо важливою в умовах глобального потепління, коли країни шукають ефективні методи боротьби зі змінами клімату.

Однак, інтенсивна вирубка лісів призводить до руйнування природних біотопів, втрати численних видів та деградації ґрунтів, що, у свою чергу, послаблює стійкість екосистем. Втрата лісів погіршує водний баланс територій, підвищує ризики ерозії ґрунтів і сприяє змінам клімату через зменшення здатності лісів до поглинання вуглецю. Це створює додатковий антропогенний вплив на екосистеми та загрожуює соціально-економічній стабільності регіонів, які залежать від лісових ресурсів [8].

Різні країни вживають заходів для збереження та відновлення лісових екосистем. Наприклад, екологічно адаптивне лісовідновлення, що передбачає використання місцевих видів рослин, дозволяє забезпечити відновлення природних екосистем у тих регіонах, де лісові площі були знищені. При цьому акцент робиться на максимальному врахуванні місцевих екологічних умов, щоб відновлені ліси були

стійкими до кліматичних змін та негативних екологічних впливів. Такі програми, як правило, включають в себе інженерні рішення для підтримки стабільності ґрунтів і запобігання ерозії на схилах і в річкових басейнах.

Ми вважаємо, що ключовим елементом успішного відновлення лісів є також інтеграція технологій. Наприклад, використання геоінформаційних систем дозволяє створювати карти лісів, які фіксують їхній стан і допомагають відстежувати динаміку змін. Завдяки цьому можливо ідентифікувати зони, які потребують першочергового відновлення, та проводити моніторинг виконаних заходів у режимі реального часу. Крім того, дрони забезпечують швидкий огляд великих територій і дають змогу оперативно реагувати на порушення екосистем, наприклад, на нові вирубки або початок ерозійних процесів [6].

Важливу роль у забезпеченні екологічної безпеки грає залучення місцевих громад. Локальні програми відновлення лісів, що базуються на використанні традиційних знань і методів, можуть значно підвищити ефективність заходів з відновлення. Населення, яке безпосередньо залежить від лісових ресурсів, як правило, є більш обізнаним щодо екологічних умов свого регіону та може сприяти розвитку стійких моделей управління лісами. Наприклад, у багатьох країнах розвиваються програми співуправління, де місцеві громади беруть на себе відповідальність за збереження та відновлення лісів, забезпечуючи їх екологічну стабільність і запобігаючи незаконній вирубці [7].

Отже, відновлення лісів є багатокомпонентним процесом, що потребує скоординованих зусиль на національному та міжнародному рівнях. Важливими складовими є залучення державних інвестицій, впровадження інноваційних технологій для моніторингу та оцінки лісів, активне залучення громад і проведення екологічної освіти. Лише завдяки комплексному підходу можна забезпечити довготривале збереження екосистемних функцій лісів та їх біорізноманіття, що є основою екологічної безпеки і стійкого розвитку.

Резюмуючи, відмічаємо, що успішне відтворення лісів потребує злагодженої роботи міжнародних організацій, національних урядів та громадянського суспільства, а також застосування науково обґрунтованих методів відновлення, таких як відтворення місцевих видів, використання технологій для моніторингу лісових екосистем та інтеграція підходів природоохоронного менеджменту. Комплексне відтворення лісів – це не лише екологічна стратегія, а й стратегія для сталого розвитку суспільства. За умов збалансованого та раціонального використання природних ресурсів, збереження та відновлення лісів стане одним з основних інструментів у боротьбі з кліматичними змінами, забезпеченні продовольчої безпеки та стабільного майбутнього для наступних поколінь.

### **Список використаної літератури**

1. FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
2. Chazdon, R. L., & Brancalion, P. H. S. (2019). Restoring forests as a means to many ends. *Nature Communications*, 10, 409. doi:10.1038/s41467-019-08348-9.
3. Laurance, W. F., & Peres, C. A. (Eds.). (2006). *Emerging threats to tropical forests*. University of Chicago Press.
4. Myers, N., & Mittermeier, R. A. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858.
5. Fagan, M. E., & DeFries, R. S. (2009). Quantifying forest cover loss and fragmentation in protected areas of the tropics. *Conservation Biology*, 23(3), 857–867.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The State of the World's Forests*. FAO.
7. Brown, S., & Lugo, A. E. (2020). "Ecological Restoration and Ecosystem Services: The Forest Landscape Restoration Approach". *Ecological Applications*, 15(3), 1032–1046.
8. United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *Biodiversity and Forest Ecosystems*. UNEP.

Курбет Т.В.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[meraviglia@ukr.net](mailto:meraviglia@ukr.net)

Шевчук В.В.,  
к.с.-г.н., с.н.с., директор Поліського філіалу УкрНДДЛГА

## **ПРИРОДНЕ ЛІСІВНИЦТВО ЯК ОСНОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЛІСОВОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ**

Сьогодні лісове господарство в Україні стикається з численними викликами, що вимагають сучасного підходу до управління лісовими ресурсами. Природне лісівництво, як основа нової лісової політики, має потенціал стати дієвим способом збереження екосистеми лісів та підтримки їх стійкості в умовах змін клімату. Важливі аспекти цієї теми були розглянуті під час круглого столу за участю українських науковців та представників екологічного комітету Верховної Ради України, що займаються реформуванням лісового законодавства.

Перехід від традиційних методів ведення лісового господарства до природного лісівництва — це відповідь на вимоги часу, обумовлені змінами в екосистемах, збільшенням екологічної свідомості суспільства та європейськими директивами. Одним із ключових елементів цього підходу є відмова від суцільних рубок головного користування, які мають значний негативний вплив на природне середовище, на користь складних, вибіркового рубок. Це дозволяє зберегти екологічний баланс і сприяє природному відновленню лісів. Розробка нової політики в лісовій галузі передбачає не лише перехід до вибіркового методу рубок, але й формування різновікових мішаних насаджень. Такий підхід робить ліси більш стійкими до зміни клімату, шкідників та хвороб, оскільки мішані насадження менш вразливі до несприятливих умов. Така політика повністю відповідає останнім європейським стандартам і є актуальною відповіддю на запити суспільства, яке прагне бачити ліси не лише як джерело деревини, але і як невід'ємний елемент довкілля.

Західний досвід, зокрема Карпатський регіон України, вже має успішні приклади впровадження природного лісівництва. У цьому регіоні вже застосовують вибіркові методи, які замінили практику суцільних рубок. Ці зміни принесли позитивні результати: стабілізацію екосистеми, покращення якості лісових насаджень, збереження біорізноманіття та відновлення природних процесів. Такий приклад демонструє, що природне лісівництво є ефективним підходом, що має перспективи до впровадження в інших регіонах країни. Проте для цього необхідне вдосконалення регуляторної бази. Ліс — це не фабрика з виробництва деревини, і ефективне природне лісівництво потребує індивідуальних рішень, науково обґрунтованих методів та врахування екологічних особливостей кожного лісу. Тому важливо, щоб лісове законодавство дозволяло гнучко застосовувати різні методи, адаптовані до конкретних умов.

Впровадження природного лісівництва — це довготривалий процес, що вимагає системного підходу та постійної координації між різними стейкхолдерами. Це передбачає активну співпрацю науковців, законодавців, лісівників-практиків та суспільства. Необхідний системний діалог, який дозволить враховувати різні точки зору, обмінюватися досвідом та знаходити компромісні рішення для ефективного управління лісами. Вже впроваджені новації є лише першими кроками в цьому напрямі. Потрібно продовжувати роботу над удосконаленням лісового законодавства, яке не тільки запроваджувало б сучасні методи лісокористування, але й забезпечувало їх ефективне застосування на практиці. Серед необхідних змін — впровадження науково обґрунтованих індивідуальних рішень для кожного типу лісу, адаптованих до його природних особливостей та екологічного значення.

Захист і збереження лісів для майбутніх поколінь — це не просто законодавче питання, а відповідальність кожного, хто зацікавлений у здоровому довкіллі та гармонії з природою. Природне лісівництво може стати саме тим інструментом, що об'єднає ці зусилля задля досягнення сталого розвитку лісів в Україні.

### **Список використаної літератури**

1. Krynytskyi, H. T., Chernyavskyi, M. V., Krynytska, O. H., Dejneka, A. M., Kolisnyk, B. I., & Tselen, Y. P. (2017). Наближене до природи лісівництво – основа сталого ведення лісового господарства в Україні. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(8), 26-31. <https://doi.org/10.15421/40270803>

2. Donald A Falk, Philip J van Mantgem, Jon E Keeley, Rachel M Gregg, Christopher H Guiterman, Alan J Tepley, Derek JN Young, Laura A Marshall Mechanisms of forest resilience / *Forest Ecology and Management*, Volume 512, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120129>

3. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І. Оцінка екологічного стану соснових насаджень зони безумовного відселення у вологих суборах лісів Українського Полісся. *Екологічні науки : науково-практичний журнал. Видавничий дім «Гельветика»*. 2022. № 5(44). С. 224–232.

*Черній Р. О., Шацко Є.Г.,  
Здобувачі вищої освіти освітньо-наукового ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Луньова О.В.,  
д.т.н., проф. кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[rig@ztu.edu.ua](mailto:rig@ztu.edu.ua)*

## **ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ БІОРИЗНОМАНІТТЯ: ВПЛИВ НА ЕКОНОМІКУ ТА ДОБРОБУТ СУСПІЛЬСТВА**

Біорізноманіття є основою екосистемних послуг, які забезпечують людство ресурсами та підтримують якість життя на Землі. Екосистемні послуги включають все – від очищення повітря та води до забезпечення продовольства та регулювання клімату. За даними Програми ООН з навколишнього середовища, вартість глобальних екосистемних послуг становить понад \$125 трильйонів на рік. Підтримка біорізноманіття є критично важливою для стійкого розвитку та збереження цих життєво важливих послуг.

Біорізноманіття є ключовим чинником, що підтримує екосистемні послуги. Втрата видів і зниження популяцій серйозно впливають на екосистемні функції. Наприклад:

- **Втрати в запиленні:** Запилення є необхідним для близько 75% сільськогосподарських культур у світі. Якщо популяції бджіл та інших запилювачів знижуються, це зменшує урожайність і може призвести до втрат до \$500 мільярдів щорічно.
- **Вуглецевий баланс:** Ліси, які зберігають значну кількість вуглецю, знищуються зі швидкістю до 10 мільйонів гектарів на рік, що призводить до зростання рівня CO<sub>2</sub> в атмосфері та посилення зміни клімату.

Екосистемні послуги можна розділити на чотири основні категорії: регулюючі, підтримуючі, забезпечувальні та культурні. Кожна з цих категорій має значний вплив на економіку та добробут людства.

- **Регулюючі послуги:** Включають контроль над кліматом, очищення повітря та води, запобігання ерозії ґрунтів. Наприклад, ліси поглинають приблизно 2,6 мільярда тонн CO<sub>2</sub> на рік, що становить близько 33% річних викидів вуглекислого газу від спалювання викопного палива. Завдяки цьому вони допомагають стабілізувати клімат та забезпечують чисте повітря.

- **Забезпечувальні послуги:** Сюди входять продукти, які людина безпосередньо використовує, такі як їжа, вода, ліки та сировина. Близько 75% сільськогосподарських культур у світі залежать від запилення комахами, зокрема бджолами. За оцінками Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, послуги запилення надають світовій економіці приблизно \$235–577 мільярдів на рік.

- **Підтримуючі послуги:** Це фундаментальні процеси, які підтримують інші екосистемні послуги, наприклад, фотосинтез, кругообіг води, формування ґрунтів. Роль підтримуючих послуг у збереженні здорових екосистем є незамінною, оскільки без них не було б можливості забезпечувати їжею та чистою водою понад 7,8 мільярда людей на планеті.

- **Культурні послуги:** Сприяють рекреаційним, духовним та естетичним потребам людини. Наприклад, туризм, заснований на природних об'єктах, таких як національні парки чи коралові рифи, щорічно генерує понад \$600 мільярдів доходів у всьому світі.

Біорізноманіття має величезний економічний вплив, оскільки багато галузей економіки залежать від екосистемних послуг. Наприклад, у рибальстві, лісовому господарстві та сільському господарстві зайнято більше ніж 1,6 мільярда людей. Згідно з оцінками Всесвітнього економічного форуму, близько 44 трильйонів доларів світового ВВП залежать від природи та її ресурсів.

- **Лісове господарство:** Ліси займають близько 31% земної поверхні та забезпечують близько 86 мільйонів робочих місць по всьому світу. Крім того, ліси зберігають 80% наземного біорізноманіття, що робить їх важливими для стійкого розвитку.

- **Рибальство та морські екосистеми:** Близько 3 мільярдів людей у світі залежать від риби як основного джерела білка, а морські екосистеми забезпечують дохід понад 350 мільйонів людей, які працюють у рибній промисловості. Однак за останні 50 років чисельність морських видів зменшилася на 39%, що ставить під загрозу цю екосистемну послугу.

Згідно зі звітом ООН за 2022 рік, понад мільйон видів рослин та тварин перебувають під загрозою зникнення, і це негативно впливає на глобальну економіку. За оцінками ОЕСР, щорічні втрати економіки через зниження біорізноманіття можуть сягати \$9,87 трильйона до 2050 року. Втрата біорізноманіття призводить до зниження продуктивності сільського господарства, деградації ґрунтів та підвищення ризиків природних катастроф.

- **Деградація ґрунтів:** Понад 33% ґрунтів у світі є деградованими через виснажливе сільське господарство, ерозію та дефіцит поживних речовин. Це знижує продуктивність агросектору, що може призвести до підвищення цін на продукти харчування на 30% до 2050 року.

- **Зменшення популяцій запилювачів:** Втрата популяцій бджіл та інших запилювачів створює ризики для сільського господарства, оскільки 75% продовольчих культур потребують запилення. Якщо тенденція зникнення запилювачів збережеться, це може призвести до втрати продуктів на суму до \$500 мільярдів щорічно.

Збереження екосистемних послуг є критичним завданням для сталого розвитку. На глобальному рівні економічна вартість екосистемних послуг оцінюється в \$125 трильйонів на рік, і ця сума лише зростає, враховуючи все більший попит на ресурси. Біорізноманіття та стійкість екосистем тісно пов'язані: втрата біорізноманіття призводить до зниження екосистемних послуг і збільшує ризики для довкілля та здоров'я людини. Тому інвестиції в збереження природи є важливим кроком для майбутнього. Збереження біорізноманіття – це не тільки етичний обов'язок, але й економічна необхідність. Інвестиції в природоохоронні заходи можуть мати значну економічну віддачу, сприяючи сталому розвитку та знижуючи екологічні ризики.

- **Природоохоронні зони та їхня економічна вигода:** За даними Міжнародного союзу охорони природи (IUCN), кожен долар, інвестований у природоохоронні заходи, приносить від 5 до 10 доларів екологічної та економічної вигоди. Наприклад, збереження водно-болотних угідь допомагає контролювати повені, що дозволяє економити мільярди доларів щорічно на відновлення інфраструктури.

- **Зелені технології:** Перехід на сталие використання ресурсів та розвиток зелених технологій, таких як відновлювана енергія та екологічне сільське господарство, допомагає зберігати біорізноманіття та знижує залежність від викопного палива. Інвестиції в зелені технології можуть додати світовій економіці до \$10 трильйонів до 2050 року.

Біорізноманіття є невід'ємною частиною глобальної економіки та добробуту суспільства. Екосистемні послуги, які надає природа, мають величезне економічне значення і є основою для стійкого розвитку. Проте втрата біорізноманіття несе загрозу для економіки та якості життя. Важливо усвідомлювати, що інвестиції в збереження біорізноманіття та розвиток стійких технологій – це вклад у майбутнє, який забезпечує стабільність та процвітання.

#### Список використаної літератури

1. Пацева І.Г., Нонік Л.Ю. Стратегічний аналіз передумов впровадження логістичних підходів у систему управління відходами на регіональному рівні. Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 2(53). С. 77-83
2. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячних показників температури повітря та кількості опадів в місті Житомир. Екологічні науки. 2024. Вип. 2(53). С. 238-242.
3. Пацева І. Г. , Барабаш О. В. , Мельник-Шамрай В. В. , Шамрай В. І. , Пацев І. С. Аналіз сучасного стану лісових ресурсів у контексті сталого розвитку. Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2023. № 4 (493) . С. 205-211
4. Пацева І.Г., Кагукіна А.М., Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 6(51). С. 156-159.
5. Пацева І., Барабаш О., Мельник-Шамрай В., Пацев І. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області. Проблеми хімії та сталого розвитку. № 3. С. 59-65.
6. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Пацева І.Г. Прояв зміни температури повітря на території м. Житомир. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія». 2023. Вип. 29. С.6-16
7. Демчук Л.І., Пацева І.Г. Організація моніторингу та прогнозування кризових ситуацій. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія». 2023. Вип. 29. С.57-63
8. Пацева І.Г., Валерко Р.А., Пацев І.С., Палій О.В. Особливості логістичних процесів транспортування комунальних відходів та відходів руйнації. Екологічні науки. 2023. Вип. 5 (50). с.187-192. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.27>
9. Пацев І.С., Барабаш О.В., Пацева І.Г. ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ ЖИТОМИРЩИНИ. Екологічні науки. 2023. Вип. 5 (50). С. 114–118. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.16>
10. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Пацева І.Г. Аналіз територіального розподілу об'єктів природно-заповідного фонду об'єднаних територіальних громад Коростенського району Житомирської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. :видавничий дім «Гельветика». 2023. № 4(49). С. 186-193.
11. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.В., Пацева І.Г., Курбет Т.В. Оцінка стану природно-заповідного фонду Житомирської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. :видавничий дім «Гельветика». 2023. № 3(48). С. 108-115.

*Медведєва В. Ю.,  
Здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»,  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Мельник-Шамрай В. В.,  
канд. с.-г. наук, доцент, кафедра екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[tzns39m\\_mvyyu@student.ztu.edu.ua](mailto:tzns39m_mvyyu@student.ztu.edu.ua)*

## **ПРИЧИНИ ЗМЕНШЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Біорізноманіття визначається в Конвенції про біологічне різноманіття (CBD) як мінливість серед організмів з усіх джерел включно наземні, морські та інші водні екосистеми та екологічні комплекси яких вони є частиною; воно включає різноманітність усередині видів, між видами та екосистемами. Отже, це різноманіття живих організмів, їхніх генетичних компонентів та екосистем, що вони складають (рослин, тварин, грибів, бактерій та мікроорганізмів, генетичних ресурсів).

Рослинний світ області налічує близько 1550 видів, із яких 13 перебувають під захистом Бернської конвенції 1979 року, а 4 занесені до Європейського червоного списку 1991 року як такі, що зникають на глобальному рівні. До Червоної книги України 2009 року включено 99 видів. У тваринному світі Житомирщини зустрічаються близько 400 видів, серед яких 67 видів ссавців, 270 видів птахів і 30 видів риб. Цінність становлять мисливські тварини, такі як олень, козуля та дикий кабан. У річкових заплавах мешкають бобрі, видри, європейська норка, а в північних районах розмножуються цінні види птахів – глухар, тетерук, рябчик. Рідкісні птахи, такі як чорний лелека, орлан-білохвіст та зміїд, також зустрічаються в регіоні. Поширення тварин в області нерівномірне, зокрема через те, що лише найбільш пристосовані та невибагливі види є звичними в природних умовах регіону. Багато видів залежать від конкретних екологічних умов. Географічні фактори, що формують середовище існування, є основними причинами розподілу видів, але за останні десятиліття антропогенний вплив значно посилюється, що також впливає на тваринний світ області.

Основними причинами зменшення біологічного різноманіття в Житомирській області є втрати місць існування та фрагментація екосистем через інтенсивне антропогенне навантаження, включаючи розбудову інфраструктури та промислових комплексів. Значний вплив мають також забруднення довкілля промисловими викидами, які проникають у біохімічні ланцюги та викликають хронічну інтоксикацію рослин і тварин. Глобальні зміни клімату, інтродукція чужорідних видів та інтенсивне використання біологічних ресурсів (полювання, рибальство) також сприяють втраті біорізноманіття. Додатково, через радіоактивне забруднення лісові масиви перебувають у критичному стані, де радіоактивні елементи продовжують накопичуватися в деревині, продуктах лісу та лікарській сировині. Недостатній рівень моніторингу видів і браконьєрство лише погіршують ситуацію, обмежуючи можливість ефективного управління та захисту екосистем.

Перспективними напрямками для збереження біорізноманіття є зменшення масштабів вирубки лісів, обмеження рекреаційного навантаження, контроль випасу худоби для запобігання витоку рослинності, а також раціональне використання біоресурсів для медичних і харчових потреб. Важливими заходами є екологічно обґрунтоване ведення сільського та промислового господарства, активна протидія браконьєрству та зниженню рівня забруднення довкілля. Створення заповідників, заказників та інших об'єктів природно-заповідного фонду в місцях поширення видів, просвітницька діяльність також може суттєво сприяти збереженню локальних популяцій флори і фауни. Одним із ключових напрямів для збереження біорізноманіття Житомирської області є розширення природоохоронних територій, що сприяє зменшенню антропогенного впливу та підтримці екологічної цілісності, забезпечуючи умови для природної взаємодії видів.

Отже, біологічне різноманіття Житомирської області характеризується значною кількістю видів флори і фауни, однак його стан зазнає істотного антропогенного впливу, що призводить до втрати природних місць існування та зменшення екологічної цілісності. Нерівномірний розподіл природоохоронних об'єктів і низький рівень моніторингу видів також ускладнюють ефективний захист екосистем. У зв'язку з цим необхідні активні заходи, що включають обмеження антропогенного впливу, розвиток природоохоронних територій, а також підвищення обізнаності та участі державних і місцевих органів влади у збереженні природних ресурсів регіону.

Список використаної літератури

1. Конвенції про біологічне різноманіття. Режим доступу: <http://surl.li/wokfbq> (дата звернення 09.11.2024р).
2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.В., Пацева І.Г., Курбет Т.В. Оцінка стану природно-заповідного фонду Житомирської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К.: видавничий дім «Гельветика». 2023. № 3(48). С. 108-115.

Підвезений В.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Лобода О.А.,  
д.т.н., проф., професор кафедри екології,  
Науковий керівник: Жицька Л.І.,  
к.б.н., доц., доцент кафедри екології,  
Черкаський Державний технологічний університет  
zhukshpola300317@gmail.com  
o.loboda@chdtu.edu.ua  
[zhytska\\_lyudmila@ukr.net](mailto:zhytska_lyudmila@ukr.net)

### ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РОЗВИТКУ ЛІСОВИХ БІОТОПІВ В МЕЖАХ ДІЛЯНОК ДАХНІВСЬКОГО ЛІСНИЦТВА ДП «ЧЕРКАСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

Лісові біотопи являють собою складну систему різноманітних видів рослин і інших живих організмів пов'язаних взаємовпливом на основі постійного обміну речовин, енергії та інформації, й таким чином інтегрованих в сучасні природні лісові екосистеми. Кожен типу лісу має певний набір лісової рослинності, відповідно до тих чи інших природних умов. В умовах Дахнівського лісництва ДП «Черкаське лісове господарство» значного поширення набули угруповання звичайнососнових лісів, основним лісотвірним видом яких є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), яка, зокрема, формує правобережні фітоценози Черкаського Бору.

Серед особливостей Черкаського соснового бору, на піщаних ґрунтах Дніпровських плакорних біотопів, є його рукотворне походження. Сучасні бори відносять до інтразональних природних лісових формацій Середнього Подніпров'я. Практичне запровадження відповідних лісокультурних заходів, щодо штучного відтворення насаджень і посприяло формуванню деревостанів за участю сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.).

Вивчення екологічних та фітоценотичних особливостей формування лісових ценозів на ділянках Дахнівського лісництва дає можливість виявити багатofункціональність прирічкових екосистем, які формуються на пісках по території Черкаської області, їх значення у розвитку лісових біотопів, складі природної і культурної рослинності, що і визначає актуальність досліджень.

В процесі складання геоботанічних описів існуючих фітоценозів, на основі маршрутних обстежень, та вивчення еколого-біологічних властивостей і характерних ценотичних взаємозв'язків використовувались типові методики геоботанічних досліджень та довідкова література. Зокрема, мінімальна площа обстежень для лісового типу рослинності складала 500-2500 м<sup>2</sup> (ділянки дослідження деревних та кущових ярусів), трав'яні яруси становили 100-400 м<sup>2</sup>, ярус мохів –1-4 м<sup>2</sup>. Вивчення необхідних параметрів соснових лісів проходило на зафіксованих дослідних ділянках розміром 50х50 м, у їх межах закладалися також дослідні площі, що мали розмір 2х2 м, де досліджувалась трав'яна рослинність. Картосхема дослідних територій представлена на рисунку 1.

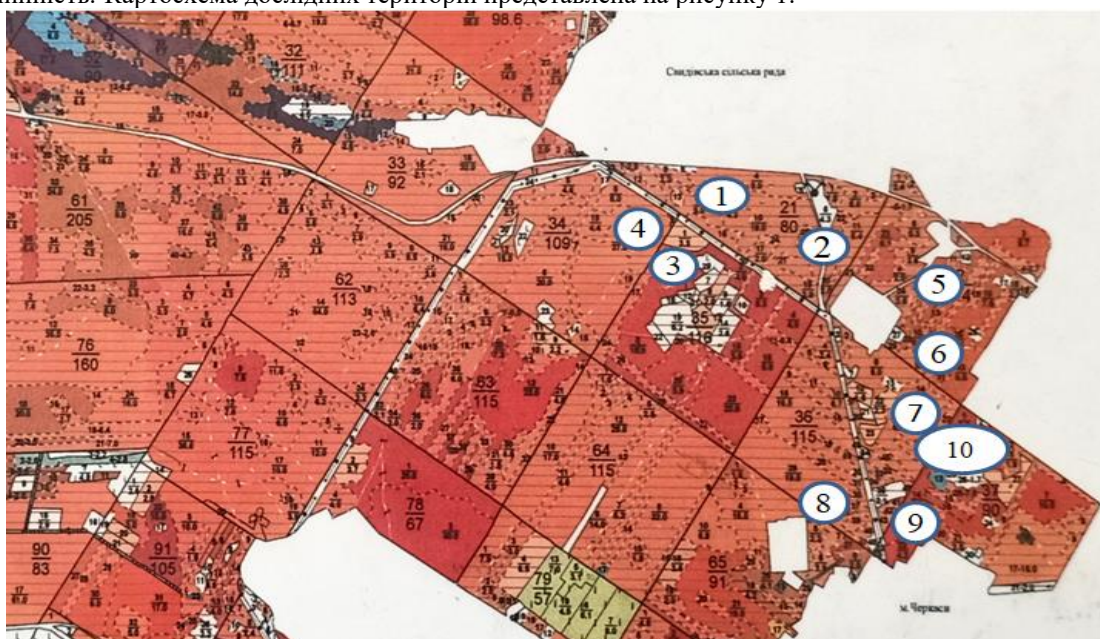


Рисунок 1. Картосхема розміщення пробних ділянок.



Аналіз показав, що за клімато-географічними, кліматичними й ґрунтовими показниками територія Черкащини відноситься до лісостепової природно-кліматичної зони. Згідно районування лісової рослинності територія Дахнівського лісництва відноситься до Дністровсько-Дніпровського лісогосподарського округу. Клімат місцевості помірно-континентальний з відносно м'якою зимою та теплим, часом, посушливим літом, зі зміною пір року. Розташоване воно на правому березі із загальною площею 2252 км<sup>2</sup>, тому тут виникає місцева бризова циркуляція, яка посилює вітри і знижує добову та річну різницю температури повітря. Сумарна кількість атмосферних опадів 450-500 мм на рік.

Місце розташування лісгоспу відповідає III (боровій) терасі Дніпра, відповідно за формами рельєфу це слаборозсічена горбиста рівнина з неглибокими ярами та балками. Територія Черкаського лісового господарства, в структуру якого входить Дахнівське лісництво, розміщена в межах Черкасько-Тясминського фізико-географічного району, для якого притаманні риси характерні для природи Лісостепу. Існує тісний взаємозв'язок між рослинним покривом, поверхневими та підземними водами.

Проведені дослідження територій виявили переважання лісових (Д) біотопів сформованих сосновим лісом, утвореним *Pinus sylvestris* (штучно створені насадження сосни звичайної) середньої та молодой груп ґрунтової категорії. Щоб описати ярусність фітоценозу було використано наступну систему означень: деревний ярус – А, чагарниковий – В, трав'яний – С, мохово-лишайниковий – D. Виділялися також і під'яруси: А1, С1.

Кількісні та ярусні характеристики кожного виду (відсотки вкриття, рясності, частоти трапляння, постійності, а також – життєві форми, товарищність, феностани, життєвість), виражали за 7-ступеневою комбінованою шкалою Ж. Браун-Бланке, яка також відображає показники рясності й відсотку вкриття видів на ділянці. Феностан покритонасінних рослин коригували відповідно до шкали В. Альохіна.

У межах дослідженої території широко розповсюджені біотопи світло-хвойних соснових лісів, – едифікаторами яких виступає сосна звичайна, що і формує перший ярус (висоти дерев коливаються у межах 21–24 м), із повнотою 0,45–0,55. Рідко у якості асектаторів у першому та другому ярусах деревостану – дуб звичайний (*Quercus robur* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth.), груша звичайна (*Pyrus communis* L.), серед кущів виділяються дрік красильний (*Genista tinctoria* L.), глід одноматочковий (*Stataegus monogyna* Jacq.). Підлісок зімкнутістю  $\leq 0,1$  формують горобина звичайна (*Sorbus aucuparia*), зіновать руська (*Chamaecytisus ruthenicus*), малина лісова (*Rubus idaeus*), шипшина іржаста (*Rosa rubiginosa*) та інші. У підрості дерев – подекуди спостерігається слабке поновлення сосни звичайної, берези повислої, дуба звичайного, клену татарського, гостролистого та ясенolistого. У частю 15–25% відзначаються мітлиця тонка (*Agrostis capillaris* L.), куничник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), самосил звичайний (*Teucrium chamaedrys* L.), менша участь (3-8%) властива для видів – осока вереснякова (*Carex ericetorum* Pollich.), чебрець Палласа (*Thymus pallasiana* Heine Braun), перстач пісковий (*Potentilla incana*, syn. *Potentilla arenaria*), деревій пагорбковий (*Achillea collina* (Becker ex Rech.f.) Heimerl), жовтозілля Якобсона (*Jacobaea vulgaris* L.), нечуйвітер волохатий (*Hieracium pilosella* L.), дзвоники розлогі (*Campanula patula* L.), золотушник звичайний (*Solidago virgaurea* L.), герань Роберта (*Geranium robertianum* L.), очиток Рупрехта (*Sedum maximum* subsp. *ruprechtii*), молодило руське (*Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. & C.B.Lehm.).

У складі мохово-лишайникового ярусу на поверхнях старих пенків ростуть *Cladonia fimbriata*, *C. coniocraea*, на кінці живих дерев та відмерлих стовбурів трапляються *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmelia sulcata* Taylor, *Xanthoria parietina* (L.) Beltr., рідше *Usnea hirta* (L.) Weber ex F.H.Wigg. На поверхні ґрунту окремими дернинами зустрічаються зелені мохи *Bryum caespiticium* Hedw., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.

Дослідження показало, що соснові ліси на досліджуваній території мають різний видовий склад залежно від вегетаційного періоду. Весною серед дерев можна зустріти берези й тополі у підрості. У літній період з'являються нові види трав'янистих рослин, серед яких можна виділити кульбабу і м'яту. У той же час, кількість та покрив соснових дерев у зрілому віці залишаються стабільними, що є свідченням сталості виду в лісових угрупованнях. Сформований ліс має антропогенне походження, бідніший видовий склад, порівняно з природними екосистемами і тому є вразливішим до різного роду несприятливих процесів і явищ. В той же час екосистема тут уже значною мірою сформована, встановлені стійкі взаємозалежні зв'язки між її складниками, сформована ярусність лісу, продовжується формування ґрунту. Верхній ярус лісу утворюють сосни, які не утворюють зімкнуту крону і вільно пропускають сонячне світло до поверхні ґрунту, це дає можливість розвиватися підліску та трав'янистому покриву, який утворює дерновий шар ґрунту. Розміщення сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в лісовому масиві започатковане людиною з метою отримання якомога найвищих та рівних стовбурів дерев, тому вони зростають рядами й створюють сприятливі умови для проникнення світла та опадів в нижні яруси, що в свою чергу сприяє розвитку трав'яного покриву, мохів та грибів.

Отримані дані можуть бути використані для подальшого вивчення екосистем соснових лісів, а також для розробки заходів з їх охорони та відновлення.

*Ціпан Ю.Р.,  
здобувач вищої освіти освітнього третього (освітньо-наукового) ступеня  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Бедункова О.О.,  
д.б.н., професор, професор кафедри екології,  
технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства  
Національний університет водного господарства та природокористування  
y.r.tsipan@nuwm.edu.ua*

## **ФОРМА ВЛАСНОСТІ НА ЛІСИ ЯК ФАКТОР ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ТА БІОРИЗНОМАНІТТЯ**

Ліси відіграють ключову роль у підтримці життєдіяльності планети, виконуючи безліч екосистемних функцій: від поглинання вуглецю та регуляції клімату до збереження біорізноманіття та водних ресурсів. Однак спосіб, у який ліси управляються та використовуються, значною мірою залежить від форми власності на лісові землі, що лежить в основі лісової політики багатьох європейських країн [1].

Протягом останніх трьох десятиліть форма власності на ліси в Європі значно змінилася внаслідок різних суспільно-політичних процесів, таких як структурні зміни в сільському господарстві, зміни способу життя, приватизація та реституція. Глобальна промислова власність на лісові землі змінюється. Найбільш поширеною тенденцією протягом останніх кількох десятиліть у промисловій власності на лісові угіддя є зростання приватної та інституційної власності. Ці зміни у власності призвели до викликів в управлінні лісами та, як наслідок, у наданні лісових послуг, зокрема щодо збереження біорізноманіття. У 2019 році Європейська комісія в рамках Європейської зеленої угоди підкреслила необхідність якісного та кількісного покращення лісів для досягнення кліматичної нейтральності та здорового навколишнього середовища [2]. Зелена угода також акцентує увагу на відновленні біорізноманіття та екосистемних послуг. Для досягнення цих цілей Європейська комісія прагне ефективно заліснювати, зберігати та відновлювати ліси в Європі [2, с. 13]. Велика частка промислових лісових угідь, контрольованих компаніями лісопродукції зазнає інновацій в управлінні, включаючи засновані на стимулах інструменти для пом'якшення наслідків зміни клімату та збереження біорізноманіття, нове інтегроване управління лісами та пасовищами, покращення лісовідтворення та збільшення обсягів деревини. Ці заходи частково залежать від управління лісами, яке, у свою чергу, пов'язане з формою власності на ліси.

Розуміння того, як і чому лісовласники управляють своїми лісами, є основою для ефективної політики, особливо в умовах зміни клімату та майбутнього соціального попиту. Зокрема, потреба в адаптації до клімату робить необхідними корективи у сприйнятті послуг лісових екосистем і відповідних підходів до управління лісами. Надання цих різноманітних, а іноді й взаємовиключних послуг і переваг лісових екосистем вимагає інтегрованих заходів з боку власників на різних рівнях. Світова експлуатація лісу доводить, що, лісові ресурси можна мобілізувати для досягнення різноманітних економічних і неекономічних цілей, а неправильне націлювання на власників лісів може призвести до неефективності в лісовій політиці.

Метою наших досліджень було порівняння розподілу форм власності на ліси в Україні та інших європейських країнах і аналіз форми власності як фактору для збереження екосистемних функцій лісу.

Існує думка, що приватна власність може сприяти кращому збереженню лісів завдяки ефективнішому управлінню і наявності стимулів для власників [3, 4]. Одночасно, з огляду на те які саме екосистемні послуги експлуатує власник лісу може впливати на збалансованість їх використання [5]. Сюди входять, наприклад, забезпечення деревиною, дровами та заготівля інших недеревних продуктів, охорона води, зберігання вуглецю та рекреаційна діяльність, така як походи, їзда на велосипеді чи риболовля. Деякі з них забезпечують дохід (наприклад, деревина) або пряму користь, як-от полювання на власній землі, тоді як інші можна вважати позитивними зовнішніми ефектами, які впливають на корисність суспільства в цілому (наприклад, чисте повітря та вода чи пом'якшення клімату). Для приватних компаній, що виробляють лісову продукцію, володіння лісовими угіддями залишається найбільш бажаним варіантом у багатьох регіонах із високою прибутковістю землі. Звісно, можна докладати зусиль для підтримки біорізноманіття та запасів вуглецю за допомогою лісового господарства, але для того, щоб керувати цими зусиллями, необхідні знання про економічну складову, різні режими управління та власності на лісові землі і як вони впливають на змінні продуктивності лісу на різних типах ґрунтів і місць існування. Очевидно, що управління лісами знаходиться на перехресті економічних, екологічних і соціальних цілей, часто потребуючи стратегічних компромісів.

Світові дослідження показують, що ефективність збереження біорізноманіття лісу залежить від контексту, виду та політики управління формами власності на лісові землі [3-6]. У багатьох європейських країнах лісова територія суворо охороняється, і, як правило, перетворення лісу з метою створення простору для альтернативного використання, наприклад інфраструктури, вимагає участі

## Секція № 1 Відтворення лісів, збереження біорізноманіття та екосистемні функції лісів

власників у відновленні лісів. У таблиці наведено зведені дані щодо структури власності на лісові землі в Україні та ще чотирьох країнах Європи.

Таблиця

Порівняння форм власності на ліси та показників лісокористування в Україні та європейських країнах

Показники лісокористування	Україна	Австрія	Німеччина	Швеція	Швейцарія
Загальна площа, млн. га	60,4	8,4	35,7	41	4,1
Лісові площі, млн. га	10,4	3,99	11,4	28	1,28
Частка лісів, %	15,9	48	32	68	31
Заготівля, млн. м <sup>3</sup>	15,0	30,4	121,6	3300	10
Частка у приватній власності, %	0,1	80	48	72	27
Змішана форма власності), %	13	5	0	6	3
Пайова власність держави, %	86,9	15	52	22	70

Аналіз наведених даних доводить, що існує помітна різниця між Україною [7] та іншими європейськими країнами [6] з високою часткою лісів у приватній власності та низькою часткою державних лісів. Так, в Україні домінує державна форма власності на ліси, яка становить 86,9%. Лише 0,1% лісових площ перебуває у приватній власності, що значно менше порівняно з європейськими країнами, такими як Австрія та Швеція – 80% та 72% відповідно. Відсоток інших форм власності в Україні становить 13%, що є значно більшим, ніж у більшості європейських країн (наприклад, в Австрії та у Швеції – 5% та 6% відповідно). Це свідчить про певну різноманітність у формах власності, але все ж основна частка залишається під контролем держави. У порівнянні, країни з вищою часткою приватної власності, такі як Австрія та Швеція, мають вищий рівень заготівлі деревини та більшу частку лісових площ (наприклад, у Швеції частка лісів становить 68%). Це може вказувати на більш ефективне використання ресурсів та кращу адаптацію до ринкових вимог.

Так, наприклад у Німеччині, протягом деякого часу стало можливим компенсувати вирубку лісів (хоча й у певних межах) заходами зі збільшення біорізноманіття в лісовій зоні. Деякі власники лісів вважають сприяння послугам лісових екосистем і біорізноманіттю самостійною метою управління лісами, тому реалізуються проекти компенсації біорізноманіття як потенційне нове джерело доходу. Власники лісів зазвичай керують цією територією для виробництва деревини, але вони також цінують рекреацію та багаторазове використання своїх лісів.

Таким чином, широкий спектр екосистемних послуг лісу, що здатний надавати фінансову користь власникам лісів, одночасно повинен приносити користь людям і суспільству, тож взаємодія між формою власності та підходами до управління екосистемними послугами. Через постійно зростаючий глобальний попит на послуги лісових екосистем надзвичайно важливо адаптувати форми власності та стратегії управління, які створюють багатofункціональні лісові ландшафти, забезпечуючи тим самим надання різноманітних екосистемних послуг без шкоди для цілісності лісу, що може стати важливим кроком для забезпечення більш стійкого використання лісових ресурсів та підвищення їх біорізноманіття.

### Список використаної літератури

1. State of Europe's Forests 2015. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Forest Europe Liaison Unit Madrid. Forest Europe, 2015. 314 p. URL: <https://www.foresteurope.org/docs/fullsoef2015.pdf>
2. The European Green Deal. Communication from the commission to the European Parliament, the European Council, The European Economic and Social Committee of the regions. European Commission (EC), Brussels, Belgium. 2019. 24 p. URL: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf)
3. Primmer E., Paloniemi R., Similä J., Tainio A. Forest owner perceptions of institutions and voluntary contracting for biodiversity conservation: Not crowding out but staying out. *Ecological Economics*. 2014. Vol. 103. P. 1–10.
4. Hayter R., Clapp A. Towards a collaborative (public-private partnership) approach to research and development in Canada's forest sector: an innovation system perspective. *Forest Policy and Economics*. 2020. Vol. 113. P. 102119.
5. Mann C., Loft L., Hernández-Morcillo M. Assessing forest governance innovations in Europe: Needs, challenges and ways forward for sustainable forest ecosystem service provision. *Ecosystem Services*. 2021. Vol. 52. P. 101384.
6. Wilkes-Allemann J., Lieberherr E. Implications of forest ownership changes for forest and biodiversity governance and management. How to balance forestry and biodiversity conservation: A view across Europe. Editors Krumm F., Schuck A., A. Rigling. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmensdorf. 2020. 644 p. P. 76-88.

Пліхтяк П.П.,  
 здобувач наукового ступеня  
 Науковий керівник: Парпан В.І.,  
 д.б.н., професор,  
 Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва  
 імені П. С. Пастернака,  
[kdlhlis@ukr.net](mailto:kdlhlis@ukr.net)

## МІКОРИЗУЮЧІ ВИДИ ГРИБІВ ЯЛИЦЕВО-БУКОВИХ ЛІСІВ ПОКУТСЬКИХ КАРПАТ

Гриби є важливою складовою гетеротрофного блоку всіх природних екосистем, оскільки разом з мікроорганізмами і безхребетними беруть активну участь у кругообігу органіки в природі. Надалі слабо дослідженою є роль мікоризи у житті деревних рослин, хоча вона є вирішальною під час вегетації і фотосинтезу, оскільки саме грибниця доставляє найбільшу кількість води дереву та утворює симбіотрофічні зв'язки з ним. Слабо досліджена, проте абсолютно очевидна важлива роль мікоризи у процесах відновлення деревостану, у тому числі після рубок. Досліджуючи поновлення бука і ялиці в Покутських Карпатах після вибіркової рубки, ми фіксували плоді тіла макроміцетів на пробних ділянках, для того, щоб встановити мікоризоутворюючі для бука і ялиці види грибів, які у майбутньому допоможуть відновити лісове середовище у господарських лісах.

Більшість мікоризоутворювачів бука належить до відділу Basidiomycetes, Amanitaceae, Boletaceae, Russulaceae і Cortinariaceae. Існує твердження, що до найефективніших мікосимбіонтів бука відносяться гриби з родів *Hebeloma* і *Boletus* (Le Tacon, 1981). практично облигатними симбіонтами бука є *Coprinus picaceus* (Bull.) Fr., *Hebeloma crustuliniformae* (Bull.: St. Amans) Quel, *Pholiota lenta* (Pers.) Singer, *Lactarius blennius* (Fr.) Fr., *L. fuliginosus* Fr., *L. subdulcis* Bull., *L. vellereus* (Fr.) Fr., *Russula nigricans* (Bull.) Fr., *R. vesca* Fr., *R. olivacea* (Schff.: Seer.) Fr., *R. delica* Fr., і *R. emetica* Fr., *Cortinarius dibaphus* Fr., *Inocybe lanuginosa* (Bull, ex Fr.) Kummer, *Tricholoma columbetta* (Fr.) Kummer, *T. portentosum* (Fr.) Quel., *T. rutilans* (Schff.: Fr.) Sing, *T. saponaceum* (Fr.) Kummer і *T. virgatum* (Fr.: Fr.) Kummer (Rudawska, 1990). Ялиця біла, як і бук, розвиває облигатні мутуалізми з ектомікоризними грибами, і цей симбіоз відіграє значну роль у виживанні та зростанні дерев. Види мікоризних грибів, характерні для ялиці, дуже специфічні. Серед них *Xerocomus subtomentosus* (L.: Fr.) Quel, *X. chrysenteron* (Bull.: St. Amans) Que', *Xerocomellus pruinaeus* (Fr. & Hök) Šutara, *Lactarius salmonicolor* R. Heim & Leclair, *Tomentella stuposa* (Link) Stalpers, *T. terrestris* (Berk. & Broome) M.J. Larsen, і *T. albomarginata* (Bourdot & Galzin) M.P. Christ., *Lactarius camphoratus* (Bull.) Fr., *L. aurantiacus* (Pers.) Gray, і *L. rufus* (Scop.) Fr., *Laccaria amethystina* Cooke і *L. laccata* (Scop.) Cooke (Rudawska, et al., 2016). У літературі підкреслюється той факт, що деякі види одночасно характерні і для бука, і для ялиці. Це, зокрема, *Amanita citrina* (Schff.) S.F. Gray, *Russula mairei* Singer, *R. fellea* (Fr.) Fr. і *R. ochroleuca* Fr.. У процесі досліджень на пробних ділянках було зафіксовано 91 вид макроміцетів різних екологічних груп (рис. 1), видовий склад яких змінювався у залежності від кліматичних умов та термінів після проведення рубки.

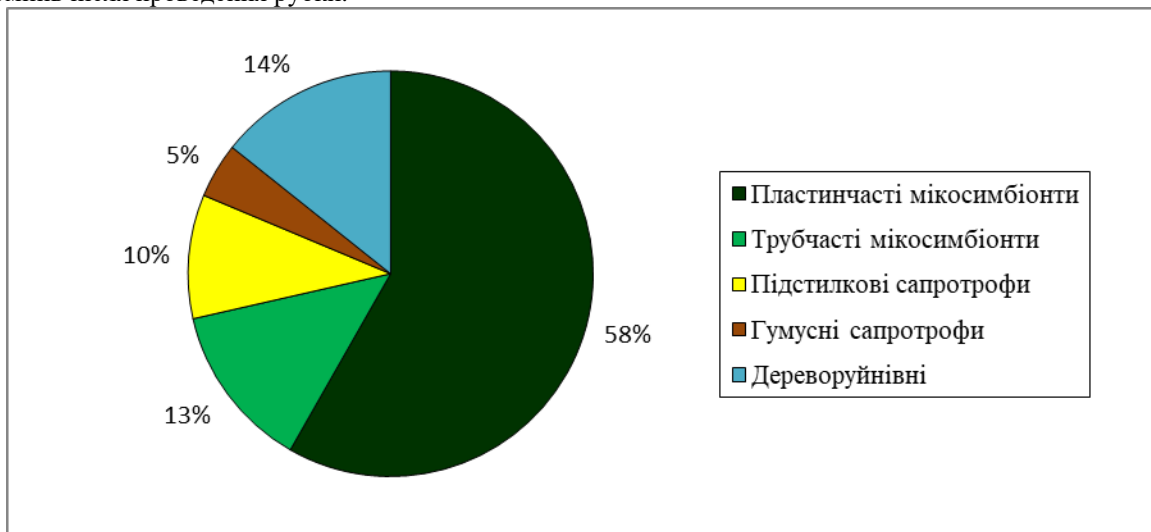


Рис. 1. Екологічні групи грибів у ялицево-буківих лісах Покутських Карпат

На дослідних ділянках за період спостережень відмічено знахідки рідкісних видів грибів – *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.) Berk., *Grifola umbellata* (Pers.) Pilát, *Butyriboletus appendiculatus* (Schaeff.) D.Arora & J.L.Frank in Backlund, занесені до Червоної книги України (2009).

Барна Є.І.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня магістр  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Роман Л.Ю.,  
к.х.н., доцент кафедри екології та  
охорони навколишнього середовища  
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»  
[barna.yevhenii@student.uzhnu.edu.ua](mailto:barna.yevhenii@student.uzhnu.edu.ua)

## ДОГЛЯД ЗА ЛІСОМ НА ТЕРИТОРІЇ ФІЛІЇ «МІЖГІРСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

Догляд за лісом є важливою складовою еколого-економічного напрямку держави в контексті сталого розвитку та збереження (відтворення) біологічного різноманіття. Вся система лісогосподарських заходів направлена на якісне поліпшення насаджень, скорочення термінів вирощування деревини та збільшення розмірів площ, на яких дозволено користуватися лісом та його природними ресурсами.

Рубки догляду на сьогодні є ключовим видом догляду за лісовими екосистемами України. Для цих видів рубок характерна періодична вирубка у насадженнях окремої частки дерев. Вони проводяться з моменту утворення насадження до його головної рубки.

Міжгірщина – гірський регіон Хустського району Закарпатської області, що славиться значними площами лісових масивів – близько 60% її території. Домінуючими лісотвірними породами є хвойні (ялина, ялиця) та менше широколистяні. Букові праліси Міжгірщини, які і інші букові праліси Закарпаття, є складовою частиною Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. Тому догляд за лісом на території Міжгірського лісового господарства є важливим з точки зору економічного розвитку краю та формування національної екомережі.

Метою роботи є оцінка фактичних рубок на території Міжгірського ЛГ, що є складовою частиною Карпатського лісового офісу ДП «Ліси України» в межах Закарпатської області та можливих шляхів поновлення лісових площ.

Філія «Міжгірське лісове господарство» є складовою Закарпатської філії Карпатського лісового офісу ДП «Ліси України». До структури підрозділу «Міжгірське ЛГ» входить декілька філій: Міжгірське, Соймівське, Запереділянське, Пилипецьке, Вучківське, Великобистрянське, Ізківське, Лопушанське, Майданівське. Всі вони мають різну площу, а відтак і різний запас деревини. Динаміка змін загального запасу деревини впродовж 2022 р. та 2023 р. продемонстровано на рис. 1.

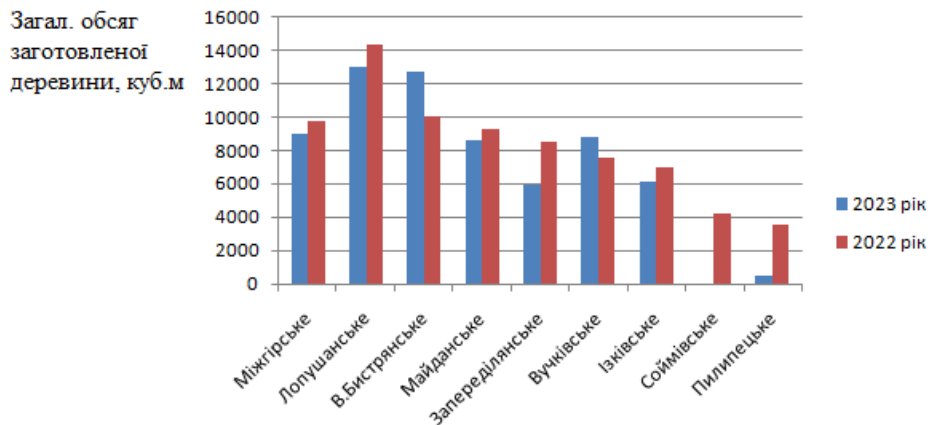


Рис.1. Загальний обсяг заготовленої деревини лісовими господарствами «Міжгірське ЛГ»

Загальна площа за усіма системами рубок на території досліджуваного ЛГ з 2022 року по 2023 рік зменшилась у 2 рази, що пов'язано із охороною лісових масивів та перехід від суцільних до вибіркових рубок. Серед рубок догляду досліджуваними лісовими господарствами, що входять у структуру «Міжгірське лісове господарство» найбільше використовуються прохідні, оскільки даний вид рубок сприяє як збільшенню приросту здорових дерев, так і розширенню площ світлового й ґрунтового живлення. Крім цього, такі види рубок сприяють підвищенню товарності деревостану.

Встановлено, що лісовідновлення на території філії «Міжгірське лісове господарство» проводиться переважно природним шляхом.

*Іванюк Р.О., Скоковський М.В., Дмитренко С.А.,  
здобувачі вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Мельник-Шамрай В.В.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ**

Лісові екосистеми – це різноманітна сукупність рослинності, яка взаємодіє з відповідним їй тваринним світом, мікроорганізмами, ґрунтами та з навколишнім природним середовищем. Ліс виконує велику кількість позитивних функцій, найголовнішими з яких є захисна, водоохоронна, санітарно-гігієнічна та оздоровча [1]. Лісові господарства є важливою галуззю для розвитку країни, а лісгосподарські підприємства забезпечують збалансований розвиток, виконують заходи із охорони, раціонального використання та відтворення лісів [2].

В сучасному суспільстві, все частіше й частіше зустрічається поняття «екосистемні послуги». Це послуги, блага та корисні властивості, які може отримати населення від різних екосистем. Саме тому, лісові екосистеми необхідно розглядати не лише з точки зору отримання матеріальних ресурсів, що надаються, але із погляду формування та забезпечення екосистемних послуг. Відповідно до класифікації «МЕА» лісові екосистеми володіють наступними екосистемними послугами [3-4]:

– Постачання: 1) продовольство (рослинні та тваринні продукти (сировина), природні корми, нагульні площі); 2) продукти бджільництва (забезпеченість рослинами-медоносами); 3) лікарська сировина (трав'янисті рослини, дерева, водорості, лишайники, гриби, що мають лікувальні властивості); 4) сировина, не пов'язана із продовольством (деревина та інші продукти лісового господарства, що походять від дерев (хмиз, хвоя, живиця тощо)); 5) інші форми вилучення біологічного матеріалу із природних та напівприродних екосистем (природний садивний і насінний матеріал, сувеніри, декор, колекції, наукові збори, вилучення із природи тварин з метою прижиттєвої експлуатації); 6) генетичні ресурси (різноманіття генів).

– Регулювання: 1) регуляція кліматичних умов (регуляція температури земної поверхні та повітря, регуляція колообігу вологи та регуляція потоків повітря); 2) саморегуляція локальних природних екосистем (регуляція складу та якості повітря, гомеостаз екосистем); 3) регулювання ґрунтів (ґрунтоутворення, захист ґрунтів від ерозії); 4) запилення рослин (запилення рослин комахами та вітром); 5) захист від стихійних лих, пом'якшення несприятливих кліматичних умов (захист населених пунктів від буревіїв, зменшення механічного пошкодження сільськогосподарських культур вітрами, захист полів від пилових бурь, зменшення впливу приморозків на врожай).

– Культурні та соціальні послуги: 1) послуги рекреації та духовного збагачення (середовище для відпочинку, туризму на природі, соціальні функції користування дикою природою (мисливство, фотополування тощо), джерело творчого натхнення та ідей); 2) послуги пізнання (наукові, освітні, виховні) (можливість наукового вивчення біорізноманіття та природних процесів, унаочнення освіти, можливість виховання дітей у контакті з природою); 3) умови формування культурної ідентичності етнічних і соціальних груп населення (формування ідентичності етнічних і соціальних груп на основі ландшафтної різноманітності, особливостей природних умов і природокористування).

– Підтримання: 1) вплив середовища на формування живих організмів (формування кліматичних умов та районування, заснованого на кліматичних і ландшафтних чинниках); 2) вплив живих організмів на формування середовища (глобальні біохімічні цикли, первинна продуктивність екосистем та депонування парникових газів, біорізноманіття).

Сьогодні лісові екосистеми зазнають впливу внаслідок військових дій, змін клімату, незаконних рубок, що негативно впливає на кількість та якість екосистемних послуг, що формуються лісовими екосистемами. Саме тому, запровадження повноцінного обліку екосистемних послуг лісових масивів дає можливість розробити практичні рекомендації щодо підвищення ефективності управління лісовими ресурсами та здійсненню їх належної оцінки для задоволення потреб населення.

### **Список використаної літератури**

1. Державне агентство лісових ресурсів України. Режим доступу: <https://forest.gov.ua/> (дата звернення: 27.10.2024 р.)

2. Пацева І. Г., Барабаш О. В., Мельник-Шамрай В. В., Шамрай В. І., Пацев І.С. Аналіз сучасного стану лісових ресурсів у контексті сталого розвитку. Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2023. № 4 (493) . С. 205-211.

3. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О., Радучич А. В., Іваненко Р. В. Екосистемні послуги лісів філії «Словечанське лісове господарство» ДП «Ліси України». Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування». 2023. Вип. 3. С. 71-76.

4. Екосистемні послуги. Огляд. Режим доступу: <http://surl.li/npnltj> (дата звернення: 06.11.2024 р.).

*Барішева К.А.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Мельник–Шамрай В.В.,  
к.с-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[kriskmka@ukr.net](mailto:kriskmka@ukr.net)*

## **СУЧАСНИЙ СТАН ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Ліси є невід'ємною частиною природного середовища та відіграють важливу роль у збереженні екологічного балансу, запобіганні кліматичним змінам, зменшенні забруднення атмосфери та водних ресурсів. Житомирська область, що займає важливе місце в екологічній системі України, є однією з найбільш лісових областей країни. Екологічні аспекти відновлення і використання лісових ресурсів в цьому регіоні є надзвичайно актуальними у світлі сучасних проблем, таких як вирубка лісів, деградація ґрунтів та зміни клімату.

Житомирська область має значні лісові ресурси, які займають близько 35 % території області. Основними видами дерев є сосна, дуб, ялина та береза. Лісовий покрив регіону сприяє збереженню біорізноманіття, регулюванню водного балансу, а також забезпечує ресурси для деревообробної та паперової промисловості. Ліси Житомирської області виконують екологічно значущі функції, такі як поглинання вуглекислого газу, зменшення ерозії ґрунтів, збереження водних ресурсів та запобігання деградації земель. Вони також слугують місцем проживання для багатьох видів флори і фауни, що робить їх важливою частиною природної екосистеми. Одна з найбільших екологічних проблем Житомирської області – це інтенсивна вирубка лісів. Часто вирубка здійснюється без врахування екологічних норм і правил, що призводить до деградації екосистем та втрати біорізноманіття. Незаконна вирубка лісів залишається гострою проблемою, особливо в умовах недостатнього контролю за дотриманням природоохоронного законодавства. Крім вирубки лісів, лісові ресурси Житомирської області зазнають негативного впливу через інші антропогенні фактори, такі як забруднення повітря, ґрунтів і вод, що впливає на здоров'я дерев та інші компоненти екосистеми. Часті пожежі, пов'язані з глобальним потеплінням та діяльністю людини, також стають суттєвим фактором деградації лісових масивів.

Відновлення лісів є ключовим завданням для забезпечення сталого використання лісових ресурсів. Житомирська область активно впроваджує програми з лісовідновлення, включаючи посадку молодих дерев, заходи з покращення здоров'я лісових масивів та боротьбу з шкідниками. Програми лісорозведення та посадки дерев спрямовані на відновлення екосистеми та забезпечення довгострокової стабільності регіону. Боротьба з пожежами і шкідниками є невід'ємною частиною лісовідновлювальних заходів. Використання сучасних методів моніторингу та управління ризиками, таких як створення пожежних бар'єрів і введення зон відновлення після пожеж, дозволяє зменшити негативний вплив цих факторів на ліси Житомирщини.

Концепція сталого розвитку передбачає збалансоване використання лісових ресурсів, яке включає економічні, екологічні та соціальні аспекти. У Житомирській області застосовуються принципи сталого розвитку лісового господарства, які спрямовані на збереження лісів для майбутніх поколінь. Це включає заходи зі збереження природних ресурсів, підтримання біорізноманіття та мінімізацію негативного впливу на екологічну систему. Одним із напрямків сталого розвитку є впровадження екологічно чистих технологій у лісовому господарстві. Використання сучасних підходів до переробки деревини, зменшення кількості відходів та максимальне використання біоресурсів дозволяють зменшити негативний вплив на довкілля. Також важливим аспектом є залучення громадськості до екологічних проєктів, що спрямовані на збереження та відновлення лісів.

Відновлення і раціональне використання лісових ресурсів Житомирської області є важливим завданням для забезпечення екологічної стабільності регіону. Ефективні заходи з лісовідновлення, боротьби з пожежами та шкідниками, а також впровадження принципів сталого розвитку можуть значно покращити стан лісових екосистем. Однак для досягнення успіху необхідна скоординована діяльність державних органів, науковців та громадськості.

### **Список використаних джерел**

1. Публічний звіт голови державного агентства лісових ресурсів України за 2023 рік. Режим доступу: <http://surl.li/sejebk> (дата звернення 15.10.2024).
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Житомирської області у 2021 році. Режим доступу: <http://surl.li/usjkhv> (дата звернення 15.10.2024).
3. Пацева І. Г., Барабаш О. В., Мельник-Шамрай В. В., Шамрай В. І., Пацев І. С. Аналіз сучасного стану лісових ресурсів у контексті сталого розвитку. Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2023. № 4 (493) . С. 205-211.

*Войналович Ю.Р.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Давидова І.В.,  
к. с.- г. н., доцент, кафедра екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **СТАН ВИКОРИСТАННЯ І ОХОРОНИ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ**

Лісові ресурси, як важлива багатопланова частина промислового комплексу України, потребують вивчення, аналізу проблем галузі і можливих шляхів вирішення, для підвищення ефективності їх використання. Згідно з даними Державного агентства лісових ресурсів України, загальна площа лісового фонду України складає близько 10 млн гектарів, у тому числі покрита лісом – 8,6 млн га. Лісистість досягла лише 14,3 %, що значно менше, ніж лісистість більшості розвинених країн світу (Угорщина – 18 %, Франція – 27,8 %, Румунія – 28,1 %, Польща – 28,7 %, Німеччина – 29 %, США – 32,7 %, Болгарія – 34,4 %). Запаси деревини в Україні складають 1,3 млрд м<sup>3</sup>. Нерівномірність розміщення лісових ресурсів є наслідком різноманітних природних умов, але більшою мірою – впливу господарської діяльності людини, яка призвела до їх знищення. За результатами досліджень Національного аграрного університету встановлено, що в лісах України знаходилось 945 млн т фітомаси, в якій акумульовано понад 469 млн т вуглецю. Усього в Україні у 2022 р. заготовлено за всіма видами рубок лісу 11 410 тис. м<sup>3</sup> ліквідної деревини, в тому числі шляхом спецвикористання лісових ресурсів – 5 000,7 тис. м<sup>3</sup>. Обсяги спеціального використання лісових ресурсів шляхом заготівлі деревини в порядку рубок головного користування за 2022 р. становлять 81,8 % від розрахункової лісосіки та 82,4 % від виділеного ліміту лісосічного фонду. Порівняно з 2021 р. ці показники зменшились на 4,4 %. Це пов'язано як зі значним падінням обсягів деревообробного виробництва, так і з неплатоспроможністю споживачів.

Значна частка круглих лісоматеріалів в Україні використовується без попередньої механічної та хіміко-механічної обробки (стовпи, паливо тощо), тому їх необхідно замінити більш ефективними. Очевидно, що сучасні умови розвитку України вимагають більш ефективного використання деревини та прискореного розвитку ресурсозберігаючих виробництв і технологій.

Таким чином, проаналізувавши сучасний стан лісових ресурсів України, можна зробити висновок, що основною проблемою є недостатня забезпеченість України лісовими ресурсами через нестабільне фінансування даної галузі. Для поліпшення ситуації необхідно: по-перше, прискорити розвиток галузей промисловості, які ефективно переробляють деревину (перш за все, целюлозно-паперову); по-друге, використовувати як сировину для розвитку целюлозно-паперової промисловості не тільки деревину, але й макулатуру, вторинні сировинні ресурси сільського та комунального господарств; по-третє, внести зміни у нормативно-правове забезпечення сфери використання та охорони лісових ресурсів щодо визнання лісу як угіддя носієм цінності.

Через повномасштабну російську агресію в Україні 2022-2024 рр. згоріли значні лісові площі, наслідком чого стало проходження постпірогенних сукцесій. Причому це стосується як сходу, півдня, так і півночі нашої країни. Починаючи з 24 лютого 2022 року в Україні було охоплено пожежами різної інтенсивності понад 50 тис. гектарів територій лісового фонду. Близько половина цієї площі припадає на Чорнобильський біосферний заповідник. Згідно статистичних даних Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, в наслідок військової агресії росії в українських лісах у весняний період трапилось втричі більше пожеж, ніж минулого року в аналогічний період. Найбільш постраждалими регіонами є: Чернігівщина – приблизно 400 тис. га., Сумщина – 290 тис. га., Луганщина – 200 тис. га., Київщина, Житомирщина та Харківщина – 120-160 тис. га.

Відновлення лісів після війни вкрай важливе для екології та біорізноманіття. Ліси є життєво важливими для очищення повітря, поглинання вуглекислого газу та допомагають зберігати ґрунти від ерозії. Тому важливо вжити заходи з відновлення лісів, включаючи висадку нових рослин, охорону від лісових пожеж та контроль за лісосіками. Такі дії допоможуть відновити екологічну рівновагу та забезпечити довгострокову стійкість лісових екосистем.

Список використаної літератури

1. Осадчук К.О., Давидова І.В., Корбут М. Б., Бондарчук В.М., Бабяк В.В. Репрезентативність природних екосистем у природно-заповідному фонді Житомирської області. Технічна інженерія. 2021. Вип. 2(88). С. 135–147.
2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.В., Пацева І.Г., Курбет Т.В. Оцінка стану природно-заповідного фонду Житомирської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К.: видавничий дім «Гельветика», 2023. № 3(48). С. 108-115.



Хоменко С.В.,  
здобувач вищої освіти наукового ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Кірейцева Г.В.,  
к.е.н., доц, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[org\\_hsv@ztu.edu.ua](mailto:org_hsv@ztu.edu.ua)

## ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ПОЖЕЖ, СПРИЧИНЕНИХ ВІЙСЬКОВИМИ ДІЯМИ НА ФІТОЦЕНОЗИ ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ» ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ІНДЕКСУ NDVI

Воєнні дії в Україні, які розпочалися у 2014 році та повномасштабне вторгнення росії у 2022 році, призвели до численних пожеж, що завдали значної шкоди навколишньому середовищу та екосистемам.

За даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2023 році лісові пожежі охопили в 3 рази більшу територію в порівнянні з 2022 роком. Для порівняння: у 2022 році сталося 1052 лісових пожежі, а у 2021 році – 660. У 2023 році площа лісових земель, пройдена пожежами, склала 51 тис. га. Це в 3,2 рази більше від 2022 року та в 170 разів більше від 2021 року. Для порівняння: у 2022 році це було 15,8 тис. га, а у 2021 році – 0,3 тис. га. У 2023 році збитки через лісові пожежі склали близько 2,05 млрд грн. Це в 6,8 рази більше від 2022 року та в 975 разів більше від 2021 року. Для порівняння: у 2022 році збитки через лісові пожежі становили 302,4 млн грн, а у 2021 році – 2,1 млн грн. [1].

Кількість і площа ландшафтних пожеж збільшуються відносно відстані до лінії фронту. Так у 2023 році щільність пожеж у 5-кілометровій буферній зоні була в 49 разів вищою порівняно із значенням щільності пожеж на решті території України, у 10-кілометровій зоні – у 10,5 разів, а у 20-кілометровій зоні – майже вдвічі [2]. Особливо небезпечними є пожежі на територіях природно-заповідного фонду, адже на цих територіях містяться рідкісні та унікальні екосистеми, які формувалися протягом тривалого часу та їх втрата може бути незворотною. Метою дослідження є ефективність використання NDVI, отриманого на основі супутникових знімків для моніторингу стану лісового покриву природного заповідника «Древлянський» протягом 2021-2023 років.

Для дослідження була обрана територія природного заповідника «Древлянський», який знаходиться в Житомирській області, на південь і схід від смт [Народичі](#), вздовж річки [Уж](#) та її правих приток - [Лозниця](#), [Ослів](#), [Звіздаць](#). Площа заповідника 30872,84 га та він охоплює землі державної та комунальної власності. На даний час Древлянський природний заповідник перебуває у фазі збереження та відновлення біорізноманіття (516 видів фауни та 973 види флори), а тому представляє величезну цінність для дослідження природних процесів [3].

Використання нормалізованого різницевого вегетаційного індексу (NDVI), розрахованого за допомогою супутникових знімків, є надзвичайно важливим інструментом для моніторингу стану лісової рослинності, оскільки супутникові знімки дозволяють охопити великі площі лісів, включаючи важкодоступні райони, що неможливо зробити традиційними наземними методами, супутники надають дані з високою часовою роздільною здатністю, дозволяючи проводити моніторинг змін у лісах протягом сезону та років, це, в свою чергу, дає можливість швидко виявляти аномалії та зміни у стані лісів [4,5].

В даному дослідженні були використані знімки зроблені в квітні, серпні та жовтні 2021-2023 роках. Вибір саме цих місяців зумовлений тим, що квітень це початок вегетаційного періоду в помірному кліматі України. Він відображає стан рослинності після зимового періоду та дозволяє оцінити швидкість відновлення рослинного покриву навесні, а отже є важливим для виявлення ранніх ознак пошкоджень або змін в екосистемі. За допомогою Copernicus Open Access Hub - онлайн-платформи, яка надає безкоштовний та відкритий доступ до супутникових даних, зібраних в рамках програми Copernicus Європейського космічного агентства (ESA) був виконаний пошук і вибір конкретних зображень з урахуванням потрібних дат та регіонів. Після того, як всі необхідні знімки були знайдені вони були завантажені в програму QGIS для розрахунку Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). NDVI було розраховано з використанням (Sentinel-2) червоного (канал B4) та ближнього інфрачервоного (канал B8) діапазонів.

Розрахунок NDVI проводився на основі даних знімків супутника Sentinel-2, використовуючи формулу (1) [6]:

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED}} \quad 1$$

де NIR - відбиття в ближньому інфрачервоному діапазоні спектра (Band 8),

RED - відбиття в червоному діапазоні спектра (Band 4).

Значення NDVI варіюється від -1 до +1. Значення близько 0 і нижче зазвичай відповідають неживим об'єктам (вода, гірські породи, будівлі). Значення від 0,2 до 0,8 зазвичай відповідають рослинності. За

допомогою калькулятора растрів в програмі QGIS були розраховані NDVI на території природного заповідника «Древлянський» протягом трьох сезонів за 2021, 2022, 2023 роки (таблиця 1).

Таблиця 1. Значення NDVI території природного заповідника «Древлянський»

Квітень 2021	Квітень 2022	Квітень 2023	Серпень 2021	Серпень 2022	Серпень 2023	Жовтень 2021 року	Жовтень 2022 року	Жовтень 2023 року
<0.0949	<0.1202	<0.0665	<0.1306	<0.1551	<0.1168	<0.1249	<0.1425	<0.1544
0.0949-0.1352	0.1202-0.1547	0.0665-0.1277	0.1306-0.1974	0.1551-0.2151	0.1168-0.1861	0.1249-0.1876	0.1425-0.1997	0.1544-0.2129
0.1352-0.1754	0.1547-0.1892	0.1277-0.1889	0.1974-0.2642	0.2151-0.2752	0.1861-0.2554	0.1876-0.2503	0.1997-0.2568	0.2129-0.2714
0.1754-0.2157	0.1892-0.2237	0.1889-0.2501	0.2642-0.3311	0.2752-0.3352	0.2554-0.3247	0.2503-0.3130	0.2568-0.3140	0.2714-0.3300
0.2157-0.2560	0.2237-0.2582	0.2501-0.3112	0.3311-0.3979	0.3352-0.3953	0.3247-0.3940	0.3130-0.3757	0.3140-0.3712	0.3300-0.3885
0.2560-0.2963	0.2582-0.2927	0.3112-0.3724	0.3979-0.4647	0.3953-0.4553	0.3940-0.4633	0.3757-0.4385	0.3712-0.4284	0.3885-0.4471
0.2963-0.3335	0.2927-0.3246	0.3724-0.4289	0.4647-0.5263	0.4553-0.5108	0.4633-0.5272	0.4385-0.4963	0.4284-0.4811	0.4471-0.5011
0.3335-0.3645	0.3246-0.3511	0.4289-0.4760	0.5263-0.5777	0.5108-0.5569	0.5272-0.5805	0.4963-0.5446	0.4811-0.5251	0.5011-0.5461
>0.3645	>0.3511	>0.4760	>0.5777	>0.5569	>0.5805	>0.5446	>0.5251	>0.5461

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, по-перше, про сезонні зміни стану лісової рослинності природного заповідника «Древлянський». Найнижчі значення NDVI спостерігаються у квітні (весна), що вказує на початок вегетаційного періоду, найвищі значення NDVI зафіксовані в серпні (літо), що свідчить про пік фотосинтетичної активності. У жовтні (осінь) значення NDVI знижуються порівняно з серпнем, але залишаються вищими, ніж у квітні. Щодо річної динаміки то у квітні 2021 році максимальне значення становить >0.3645, а у 2022 максимальне значення становить >0.3511, що вказує на незначне зниження максимального значення NDVI порівняно з 2021 роком. Аналізуючи дані за серпень 2021 року та за серпень 2022 року можна побачити, що максимальне значення NDVI у 2022 році (>0.5569) також нижче, ніж у 2021 році (>0.5777). Це свідчить про меншу фотосинтетичну активність або меншу кількість біомаси на піку вегетаційного сезону. Осінні показники 2022 року (>0.5251) також нижчі порівняно з 2021 роком (>0.5446), що продовжує тенденцію, спостережену влітку.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що за всі досліджувані місяці 2022 року спостерігається зниження максимальних значень NDVI порівняно з 2021 роком. Отже, 2022 рік характеризувався дещо нижчою фотосинтетичною активністю та меншою кількістю біомаси порівняно з 2021 роком. Причинами цього є пожежі, що були на території природного заповідника «Древлянський» восени 2022 року, спричинені бойовими діями. Внаслідок окупації ворожими військами декількох населених пунктів у Житомирській області, а також просування ворожих бойових машин піхоти до східних меж Древлянського заповідника, на його території розгорнулися активні бойові дії. В подальшому це призвело до масштабних пожеж - зафіксовано 22 пожежі за період з 24 лютого. Загальна площа згорілої території становить 2100 гектарів. Це спричинило пошкодження рослинного покриву, зокрема деревостанів, була знищена рослинність на великих територіях, що призводить до зниження NDVI.

#### Список використаної літератури

1. Хоменко С.В., Бельмега І.В., Кірейцева Г.В., Хрутьба В.О. Роль фітоінвазії для природного біорізноманіття заповідних територій України. Екологічні науки: науково-практичний журнал. Видавничий дім «Гельветика», 2024. 1 (52), Том 2. С. 94 – 99.
2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Пацева І.Г. Аналіз територіального розподілу об'єктів природно-заповідного фонду об'єднаних територіальних громад Коростенського району Житомирської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. :видавничий дім «Гельветика». 2023. № 4(49). С. 186-193.
3. Кузик А.Д., Товарянський В.І. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми України та їх післявоєнне відновлення. 2023. Вісник ЛДУБЖД, 27, 16-22.
4. Мартиненко В.В., Коніщук В.В. Типологічна характеристика вкритих лісовою рослинністю деревостанів природного заповідника «Древлянський». 2020. Агроєкологічний журнал, 3, 33-40.
5. Н. Jones, R. Vaughan Remote Sensing of Vegetation: Principles, Techniques, and Applications. 2010. OUP Oxford. URL: <https://books.google.it/books?id=sTmcAQAQBAJ>
6. Van Leeuwen, Willem JD, et al. Multi-sensor NDVI data continuity: Uncertainties and implications for vegetation monitoring applications. 2006. Remote sensing of environment 100.1, 67-81.
7. Kshetri, Tek. Ndvi, ndbi & ndwi calculation using landsat 7, 8. 2018. GeoWorld, 2, 32-34.

*Анциферов В.А., Каранда М.В., Лазаренко О.І., Охрименко Б.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Давидова І.В.,  
к. с.- г. н., доцент, кафедра екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **FOREST ECOSYSTEMS DAMAGED BY MILITARY OPERATIONS IN UKRAINE**

Currently, a significant part of the forest resources of Ukraine is in an extremely unsatisfactory state as a result of military operations. According to the State Forestry Agency, 2,9 million hectares of forests have varying degrees of damage as a result of hostilities making up almost 20% of the total forest area in Ukraine. Currently, about 1 million hectares of forests are under occupation or under the influence of active hostilities. 690,000 hectares need demining, but this number increases every day not only due to the occupation of territories but also due to further mining of territories on the border of Ukraine and Belarus.

According to the official resource of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine "EcoThreat", the total damages caused to the environment of Ukraine as a result of military actions amount to UAH 2,071 billion, including UAH 1,011 billion due to the occurrence of forest fires. Forest fires caused by hostilities damaged 260,279 hectares and led to the release of 43,499,811 tons of pollutants into the atmosphere. Another 281,223 hectares of forests were destroyed due to illegal felling of forests to build fortifications, strengthen trenches, and create obstacles for the movement of military equipment. According to the Ministry, the military actions violated 900 objects of the nature reserve fund with an area of 12,406.6 square kilometers, which is about a third of the area of the nature reserve fund of Ukraine. About 200 territories of the Emerald Network with an area of 2.9 million hectares are under threat of destruction.

Among the most affected regions are the Chernihiv region with approximately 400 thousand hectares, Sumy region with 290 thousand hectares, Luhansk region with 200 thousand hectares and Kyiv region, Zhytomyr region and Kharkiv region with each 120-160 thousand hectares. These figures are indicative and do not reflect the real situation, as a significant area is occupied or mined and cannot be assessed. In the Zhytomyr region, the situation is complex by the fact that two biosphere reserves located on the border with Belarus fall into the zone of influence of military operations. The nature reserve "Drevlyanskyi" is located in the Narodysky district. Most parts of the reserves are radioactively contaminated forests. Therefore, in addition to the damage to forest ecosystems, military actions can provoke forest fires and, as a result, secondary pollution of the environment with radionuclides. The Polisky Nature Reserve is located in the Ovrutskyi and Olevskyi districts characterized by poor boreal (taiga) northern landscapes with forest and forest-swamp complexes that are unique for Ukraine and Europe and are part of the Emerald Network. Biodiversity of forest ecosystems suffered significant losses as a result of the destruction and pollution of the territories of their habitats and the creation of unfavorable conditions for existence (noise, vibration, air pollution). Currently, about 600 species of animals and 750 species of plants and mushrooms are under threat of destruction due to the large-scale invasion. These include more than 120 wetland bird species. According to the deputy minister of Environmental Protection and Natural Resources, the war is a threat to 35% of Europe's biodiversity, which is located in Ukraine.

The conduct of hostilities and mining of forest territories leads to the impossibility of maintenance measures, which in turn contributes to the deterioration of forest conditions, the accumulation of dry wood, and an increase in fire danger. This is especially dangerous during the dry season, when fighting can cause large-scale fires. In 2022, fires in forest areas caused by hostilities and shelling were added to the annual increase in fire danger in forests caused by global warming. The presence of mined areas with a significant number of explosive objects makes timely detection and prompt response impossible. In 2022, 1,009 fires were eliminated in the forests of 3 the branch on an area of 15,500 hectares, which is 1.5 times more than the number and 53 times the area of fires in the previous year. The main causes of fires (62%) are the burning of plantations as a result of active hostilities, shelling with cruise missiles and shells, as well as the presence of explosive objects in them.

The situation is complicated by the fact that, in addition to the destruction of vegetation, the soil and many other key attributes have been disturbed as a result of explosions and the construction of shelters. In this regard, traditional methods of reforestation in Ukraine may not be effective enough as it is not only a matter of tree restoration but of all forest ecosystem structures, networks and dynamics. Quick replanting of trees with a focus on coniferous species such as pines in monocultural systems cannot lead to low-risk or highly valuable forest systems. For this, it is necessary to increase the level of awareness of forestry workers and specialists in the field of nature protection regarding new and progressive methods in forest landscape restoration. It is important to expand the knowledge base in Ukraine at all levels with special knowledge and practical experience for the introduction of sustainable forest management, as well as for the creation of a network of forestry experts. Sharing research and results from case studies on sustainable and adaptive forest ecosystem management in other European countries can also increase intercultural communication and transnational cooperation in European forest restoration.

*Некращук Т. В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Краснов В. П.,  
д. с.- г. н., професор, кафедра екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

**ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ У СВІЖИХ БОРАХ І СУБОРАХ В  
УМОВАХ ФІЛІЇ «МАЛИНСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»**

Дослідження проводились в Іршанському лісництві філії «Малинське лісове господарство» у лісових культурах сосни звичайної різного віку у найбільш поширених у лісгосподарському підприємстві типах лісорослинних умов – свіжих борах і суборах. На пробних площах встановлювались середні величини висоти та діаметру насаджень (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика насаджень сосни звичайної на пробних площах

№ ПП	Вік, років	ГЛУ	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Кількість дерев шт./га	Клас бонітету	Запас при повноті 1.0, м <sup>3</sup> /га
1	21-40	A <sub>1</sub>	7,5±0,27	8,7±0,39	5835	III	106
2		A <sub>2</sub>	9,9±0,32	11,2±0,53	2179	I	171
3		A <sub>3</sub>	13,0±0,30	15,5±0,79	2352	I	267
4		B <sub>2</sub>	10,9±0,39	10,8±0,49	4067	Ia	192
5	41-60	A <sub>1</sub>	14,1±0,23	15,0±0,62	2768	III	249
4		A <sub>2</sub>	15,4±0,27	18,3±0,57	1389	II	329
6		A <sub>3</sub>	17,0±0,36	23,0±0,85	1482	I	368
7		B <sub>2</sub>	20,9±0,36	21,9±0,88	1172	Iб	477
8	61-80	A <sub>1</sub>	15,5±0,50	17,0±0,84	1647	III	286
9		A <sub>2</sub>	17,7±0,31	21,1±0,93	966	II	399
10		A <sub>3</sub>	21,6±0,44	26,6±0,93	573	I	488
11		B <sub>2</sub>	28,8±0,59	33,4±0,87	620	Iб	657

Отримані матеріали демонструють, що визначальні відмінності показників росту лісових культур спостерігається з 40 років (рис. 1, рис. 2). Виявлено, що починаючи з цього віку спостерігаються значно більші значення обох показників у насадженнях свіжих суборів по відношенню до свіжих борів, що пояснюється напевно більш сприятливими ґрунтовими умовами зростання. Так, середня висота та діаметр у 40-річних деревостанах свіжих суборів достовірно в 1,2-1,4 рази вищі, ніж у свіжих борах ( $F_f = 129,54-335,58 > F_{T(0,95)} = 4,02-4,11$  – для висоти;  $F_f = 9,30 > F_{T(0,95)} = 4,04$  у віці 42-44 р. – для діаметру). Подібна тенденція з обома показниками відмічається у пристигаючих, стиглих та перестійних насадженнях. Згідно проведеного однофакторного дисперсійного аналізу відповідні коефіцієнти Фішера для висоти становлять:  $F_f = 335,58 > F_{T(0,95)} = 4,02$  у віковій групі 61-80 років,  $F_f = 176,84 > F_{T(0,95)} = 4,11$  у віковій групі > 80 років, а для діаметру –  $F_f = 91,77 > F_{T(0,95)} = 3,99$  – 64-65 р.,  $F_f = 15,63 > F_{T(0,95)} = 4,01$  у 100-105-річних насадженнях.

Необхідно також відмітити, що у віковій групі 11-20 років, незважаючи на близькі показники висот та діаметрів (рис. 1), на 95 % довірчому рівні було виявлено різницю середніх значень. Так, середня висота деревостану у 14-річному віці у свіжому борі склала – 3,1±0,13 м, а у свіжому суборі у 11 років – 4,5±0,23 м ( $F_f = 27,26 > F_{T(0,95)} = 3,99$ ). Середній діаметр у свіжому борі дорівнював 4,4±0,26 см, свіжому суборі – 5,7±0,47 см ( $F_f = 6,23 > F_{T(0,95)} = 3,99$ ). Матеріали свідчать, що тільки у віковій групі 21-40 років у дерев не встановлено достовірної різниці в середніх значеннях висот та діаметрів, що зростають у різних лісорослинних умовах ( $F_f = 0,28-3,44 < F_{T(0,95)} = 3,94-4,21$ ). Це може пояснюватися тим, що з цього періоду сосна звичайна починає найбільш інтенсивно використовувати поживні речовини ґрунтів і проводити ряд метаболічних реакцій, які тільки у віці понад 40 років призведуть до значного збільшення значень висот та діаметрів. При цьому, у багатших умовах місцезростання (свіжі субори) середня висота та діаметр достовірно в 1,2-1,6 рази вищі, ніж у свіжих борах.

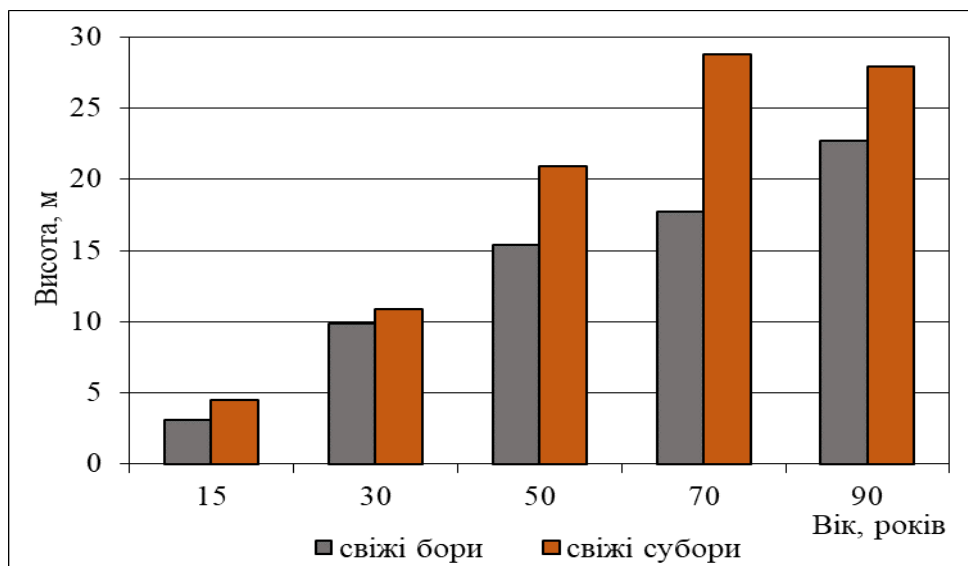


Рис. 1. Динаміка середньої висоти сосни звичайної у свіжих борах і суборах

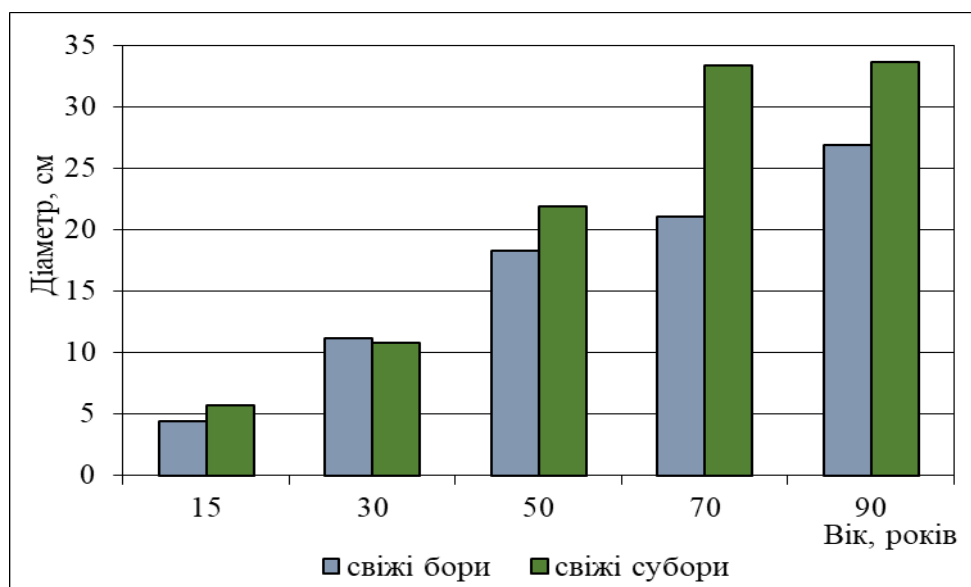


Рис. 2. Динаміка середнього діаметру сосни звичайної у свіжих борах і суборах

Можна зробити узагальнення, що у свіжих суборах складаються більш сприятливі ґрунтові умови для зростання лісових культур сосни звичайної. В цілому, середня висота лісових культур у свіжих суборах на 27 % вища ніж у свіжих борах. Ці ж перевищення по діаметру сягають 35 %. З огляду на це і запас деревини у насадженнях, які зростають у свіжих суборах вищий.

#### Список використаної літератури

1. Krasnov V. P., Zhukovskyi O. V., Sukhovetska S. V., Orlov O. O., Melnyk-Shamrai V. V., Kurbet T. V. Features of the modern distribution of <sup>137</sup>Cs in soils under overmoistened growth conditions of black alder forests in Zhytomyr Polissya Ukraine. *Nuclear Physics and Atomic Energy*. 2024. Vol. 25 (2). P. 149-156.
2. Пацева І. Г., Барабаш О. В., Мельник-Шамрай В. В., Шамрай В. І., Пацев І. С. Аналіз сучасного стану лісових ресурсів у контексті сталого розвитку. Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2023. № 4 (493). С. 205-211.
3. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І. Оцінка екологічного стану соснових насаджень зони безумовного відселення у вологих суборах лісів Українського Полісся. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. Видавничий дім «Гельветика». 2022. № 5(44). С. 224–232.
4. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.В., Пацева І.Г., Курбет Т.В. Оцінка стану природно-заповідного фонду Житомирської області. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: видавничий дім «Гельветика», 2023. № 3(48). С. 108-115.
5. Пацева І.Г., Корбут М.Б., Алпатова О.М., Пацев І.С. Аналіз стійкості деревних порід рослин у міських умовах. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1 (52), Т. 2. С. 76-78.

*Трохимчук О.М.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»  
Науковий керівник: Русіна Н.Г.,  
к.п.н., викладач,  
ВСП «Рівненський фаховий коледж НУБіП України»  
[anna@ukr.net](mailto:anna@ukr.net)*

## **ВІДНОВЛЕННЯ ЛІСІВ: КЛЮЧ ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА ПІДТРИМКИ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ**

Ліси відіграють ключову роль у підтримці глобальних екосистем, забезпечуючи життєво важливі умови для багатьох видів флори і фауни, а також виконуючи важливі екологічні функції. Їх значення проявляється у багатьох факторах. У лісових масивах нараховується більш ніж 80% всіх наземних видів тварин, рослин та грибів. Завдяки різноманітним мікрокліматичним умовам, лісові екосистеми можуть підтримувати складні харчові ланцюги, які сприяють виживанню і розвитку тисяч різних організмів. Ліси виконують ряд важливих екосистемних функцій, зокрема: регуляція клімату (поглинання вуглекислого газу, зменшення рівня парникових газів в атмосфері та пом'якшення наслідків зміни клімату); збереження водних ресурсів (підтримка гідрологічного циклу, зберігання води в ґрунті та запобігання ерозії, регулювання стоку води і запобігання повені); збагачення ґрунту (сприяння утворенню родючого шару ґрунту, забезпечення поживними речовинами ґрунту).

Лісові екосистеми мають значний вплив на життя людських спільнот, надаючи їм ресурси для харчування, медицини, будівельних матеріалів та палива. Крім того, вони мають велике культурне та духовне значення для багатьох народів світу, зберігаючи традиції та знання про природу. Відтворення лісів стало критично важливим через глобальне знищення лісових масивів, викликане вирубкою, зміною клімату та урбанізацією. Тому сучасні ініціативи з відновлення лісів зосереджені на поверненні деградованих земель до природного стану шляхом висаджування дерев, підтримки природної регенерації та сталого управління. Так само як ліс не може без біорізноманіття – біорізноманіття не може без лісу, це дві складові одного. Біорізноманіття це основа стійкості екосистем лісів. Велика різноманітність видів рослин, тварин, грибів та мікроорганізмів забезпечує стабільність і баланс екосистеми. Чим більше різних видів, тим ефективніше лісові екосистеми можуть адаптуватися до змін, таких як кліматичні коливання або вторгнення хвороб. Різноманіття видів створює стійкі харчові ланцюги, сприяє запиленню, розсіюванню насіння і переробці органічних речовин.

Відновлення лісів стало одним із ключових інструментів у боротьбі з глобальними екологічними викликами, такими як зміна клімату, деградація земель та втрата біорізноманіття. Для ефективного відтворення лісів, сьогодні активно використовуються новітні технології та інноваційні підходи, що дозволяють робити цей процес швидшим і більш екологічним.

Зараз ми маємо можливість використовувати безліч ресурсів та можливостей для моніторингу та висаджування дерев:

1. Дрони для моніторингу та висаджування дерев. Переваги дронів: швидкість і точність моніторингу великих територій; можливість автоматизованого висаджування насіння на значних площах; мінімізація людських витрат і зниження ризиків для працівників. Прикладом є технології компанії BioCarbon Engineering, що використовує дрони для висаджування тисяч дерев на годину, що робить процес більш ефективним та масштабованим.

2. Супутникове спостереження та штучний інтелект. Переваги ШІ та супутників: постійний моніторинг глобальних лісових масивів у реальному часі; можливість виявлення незаконної вирубки та моніторингу її наслідків; точне моделювання сценаріїв відновлення на основі екологічних даних. Прикладом чого є глобальна платформа для посадки дерев Evertreen, яка на сьогодні займається посадкою дерев у дев'яти країнах – Мадагаскарі, Індії, Гондурасі, Кенії, Непалі, Індонезії, Мозамбіку та Гаїті. У грудні 2021 року компанія почала використовувати EOSDA Crop Monitoring – цифрову супутникову платформу точного землеробства для управління полями. З того часу платформа використовується у дев'яти країнах, дозволяючи вести спостереження за проектами з лісонасадження, посадки плодівих дерев та агролісомеліорації. EOSDA Crop Monitoring дозволяє всім зацікавленим особам відстежувати зростання дерев, виявляти будь-які відхилення у нормальному розвитку рослин, запобігати ризику захворювань рослин та виявляти неродючий ґрунт. За допомогою NDVI (Normalized

Difference Vegetation Index) легко розпізнати ділянки з густою, помірною та розрідженою рослинністю або відкритим ґрунтом, а також виявити проблемні ділянки на різних стадіях розвитку рослинності.

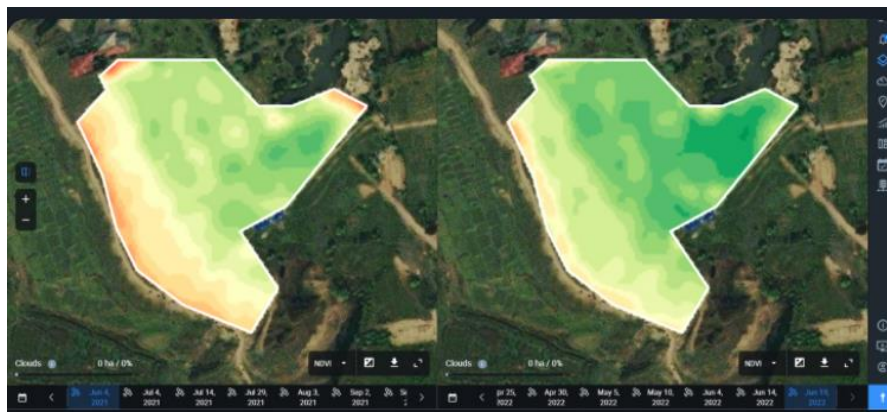


Рис. 1 Розділений екран EOSDA Crop Monitoring для відстеження змін у стані полів.

Джерело: <https://eos.com/uk/blog/ozelenennia-planety-rol-suputnykiv-u-lisovidnovlenni/>

3. Біотехнології та генетичне поліпшення дерев. Переваги біотехнологій: збільшення шансів на успішне виживання нових дерев; зниження залежності від пестицидів та інших хімікатів; підвищення ефективності процесу відтворення лісів на деградованих територіях. Відповідно чого в Україні було відібрано 478 генетичних резерватів 27 видів дерев загальною площею майже 24 тис. га.

4. Моделі природної регенерації та відновлення лісів. Переваги природної регенерації: висока екологічна стійкість відновлених лісів; збереження локальної біорізноманітності та екосистемних функцій; зменшення витрат на штучне висаджування. Прикладом чого є «ліс старого росту» – це пізня послідовна (або кульмінаційна) екосистема, яка характеризується принаймні деякими старими деревами, багатовіковою популяцією (представлені всі вікові класи, від молодих до старих) та складною фізичною структурою.

5. Використання екосистемного підходу. Переваги екосистемного підходу: стійкість відновлення завдяки врахуванню природних процесів; інтеграція інтересів місцевих громад і користування екосистемними послугам; збереження балансу між екологічною стабільністю та економічною вигодою. Для цього необхідно паритетно дотримуватися вимог: управління біотичними ресурсами не треба обмежувати видами біоти та їх середовищами, воно має бути організованим на екосистемному рівні з урахуванням економічних та соціальних інтересів; щоб забезпечити поєднання сталості та справедливості управління земельними, водними та біотичними ресурсами, воно має бути інтегрованим, здійснюватися в природних межах екосистем і ґрунтуватися на їх природному функціонуванні; екосистемне управління є соціальним процесом, тому до його розробки системи управління та прийняття рішень має бути залучено усі зацікавлені суспільні суб'єкти.

6. Кооперація із місцевими громадами. Переваги кооперації: залучення місцевих знань та традицій для ефективного відновлення; економічні вигоди для громад, що живуть біля лісових масивів; підтримка довгострокової сталості відновлених лісів.

Відновлення лісів є критично важливим інструментом для збереження біорізноманіття та підтримки ключових екосистемних функцій. Ліси виконують життєво важливі ролі у збереженні стабільності клімату, регулюванні водних ресурсів та збереженні різноманітних видів. Сучасні технології, такі як дрони, супутникове спостереження та біотехнології, значно підвищують ефективність процесу відновлення лісів. Залучення місцевих громад і природна регенерація також відіграють важливу роль у забезпеченні сталого відновлення. Поєднання цих підходів допоможе зберегти глобальні екосистеми для майбутніх поколінь.

*Опалінська М. М.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Краснов В. П.,  
д. с.- г. н., професор, кафедра екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

### СТАН СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ В УМОВАХ РЕКРЕАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Дослідження проводились у соснових насадженнях філії «Вищедубечанське ЛГ» у місцях розташування бази відпочинку. Тривале рекреаційне користування, яке порушує зв'язки між компонентами лісових екосистем і погіршує умови місцезростання, негативно впливає і на деревостан. Першим показником негативної дії рекреації є механічні пошкодження дерев, на які в першу чергу реагують переущільнені молодняки. Надалі починається посилений відпад дерев найтонших ступенів товщини, погіршення санітарного стану залишених, поступове зменшення приросту.

Таблиця 1

Санітарний стан рекреаційно навантажених соснових насаджень

№№ ПП	Розподіл дерев за категоріями санітарного стану, %							Індекс стану <sup>х)</sup>
	1	2	3	4	5	6	разом	
64	28,8	30,7	25,8	12,2	2,1	0,4	100	2,29/2,15
65	38,3	25,0	21,7	12,5	2,5	-	100	2,16/2,04
66	43,0	23,5	14,9	13,1	4,2	1,3	100	2,16/1,87
67	41,8	28,1	15,3	9,2	2,6	3,0	100	2,12/1,81
68	42,4	29,2	20,1	6,3	2,0	-	100	1,96/1,86

Розподіл дерев за категоріями стану (табл.1) свідчить про те, що в цілому найгірший стан соснових насаджень спостерігається на пробних площах, які знаходяться поряд з базою відпочинку та на її території (ПП №№ 64 і 65). Ті ж насадження, які знаходяться поза межами впливу рекреантів із баз відпочинку, дещо в кращому стані, хоч в цілому діапазон індексу їхнього стану невеликий (1.96-2.29). Звертає на себе увагу й те, що стан насаджень на території бази відпочинку кращий, ніж поза її межами, не дивлячись на протилежні показники ущільнення ґрунту. Пояснюється це тим, що на ПП № 65 відбулись прискорена диференціація і відпад тонкомірної частини деревостану, вибірка якої рубками догляду та санітарними створила кращі умови росту для залишених дерев. Ущільнення ж ґрунту в пристовбурній зоні ще не досягло величин (70 кг/см<sup>2</sup> й більше), унаслідок яких починається всихання бічних гілок і вершин, а потім і відпад дерев. Це підтверджується й середніми таксаційними показниками деревостанів на пробних площах (табл. 2). У межах бази відпочинку (ПП № 65) для залишених дерев збільшилась площа мінерального живлення, умови освітлення, в результаті чого середні висоти й діаметри тут вищі ніж відповідні показники деревостанів цього ж віку. Проте зниження повноти веде до зменшення загального запасу деревини на 1 га (262 м<sup>3</sup> проти 283 м<sup>3</sup> на ПП № 64).

Таблиця 2

Таксаційні показники соснових деревостанів на пробних площах №№ 64-68

№ пробної площі	Вік, років	Нср., м	Дср., см	G, м <sup>2</sup> /га	Клас бонітету	Повнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
64	50	16,4	20,3	31,7	II	0,85	283,0
65	50	18,4	26,6	26,7	I	0,65	262,0
66	40	15,6	15,7	40,0	I	1,05	332,0
67	65	23,4	26,6	43,6	I	1,01	482,0
68	50	18,6	22,0	22,0	I	0,54	217,6

Висновок: відбувається ослаблення соснових деревостанів у зеленій зоні м. Київ біля баз відпочинку.

#### Список використаної літератури

1. Пацева І. Г. , Барабаш О. В. , Мельник-Шамрай В. В. , Шамрай В. І. , Пацев І. С. Аналіз сучасного стану лісових ресурсів у контексті сталого розвитку. Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2023. № 4 (493) . С. 205-211.
2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І. Оцінка екологічного стану соснових насаджень зони безумовного відселення у вологих суборах лісів Українського Полісся. Екологічні науки : науково-практичний журнал. Видавничий дім «Гельветика». 2022. № 5(44). С. 224–232.
3. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.В., Пацева І.Г., Курбет Т.В. Оцінка стану природно-заповідного фонду Житомирської області. Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: видавничий дім «Гельветика», 2023. № 3(48). С. 108-115.
4. Пацева І.Г., Корбут М.Б., Алпатова О.М., Пацев І.С. Аналіз стійкості деревних порід рослин у міських умовах. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52), Т. 2. С. 76-78.



Третяк С. В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Смоляр Н.О., к.б.н., доц.,  
доцент кафедри прикладної екології  
та природокористування,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
sofi2006@gmail.com

## **СТАН ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛІСОВИХ МАСИВІВ У МІСТІ ПОЛТАВІ ТА НА ЙОГО ОКОЛИЦЯХ**

Збереження лісів є однією з важливих сучасних проблем людства, оскільки ці біоми є одним із найважливіших джерел відновних ресурсів біосфери, а тому здатні стабілізувати та відновлювати її природну рівновагу. Тому, питання охорони лісів планети у тому числі й України, набувають пріоритетного значення.

Наукову та практичну цінність для Полтавщини як лісостепового регіону складають різні типи лісів, які сформувалися як стійкі екосистеми і характеризуються різноманітним і багатим флористичним та ценотичним складом (Байрак, Стецюк, Шапаренко, 2009). У сучасному рослинному покриві області ліси займають незначні площі, що є наслідком як природних, так і антропогенних чинників.

Поширення лісів у Полтавській області значною мірою обумовлено кліматичними, ландшафтними умовами регіону, але провідними є едафічні чинники ( вологість, засоленість, трофність ґрунтів). Відповідно до сучасних природоохоронних концепцій, спрямованих на збереження ландшафтного і біологічного різноманіття, актуальною є охорона в регіоні, насамперед, зональних лісів (широколистяних – дубово-кленово-липових, грабово-дубових, дубових), а також азональних (прирічкових – тополевих, вербових вільхових), які мають природне походження, та інтразональних (соснових та мішаних), що мають штучне походження (Стецюк, 2009).

Заповідання цінних лісових масивів на Полтавщині розпочалося з початку ХХ століття, коли були виділені для охорони окремі ділянки дібров під Диканькою, а пізніше, у 1923 році, був створений перший в області заповідник «Парасоцький ліс», від якого донині залишилося лише 145,0 га, що охороняються в статусі ботанічної пам'ятки природи загальнодержавного значення «Урочище Парасоцьке» (Полтавський район).

Найцінніші лісові масиви охороняються у природно-заповідній мережі Полтавської області, а саме на території одного національного природного парку («Пирятинський»), трьох регіональних ландшафтних парків («Диканський», «Гадяцький», «Нижньоворсклянський»), заказників (лісових – 3, ландшафтних – 20, ботанічних – 16), заповідних урочище (30), а також ботанічних (14) та комплексних (3) пам'яток природи, які розташовані здебільшого вздовж регіональних (Ворсклянського, Псільського, Сулинського) та місцевих (Хорольського, Удайського, Говтвянського) екокоридорів регіональної екомережі Полтавської області.

Найбільші площі типових екосистем широколистяних лісів охороняються у Полтавському (регіональних ландшафтних парках «Диканський», «Нижньоворсклянський», лісовому заказнику «Іскрівський»), Лубенському (ботанічних пам'ятках природи «Мгарська дача», «Морозівська дача», «Жовтнева дача») районах, соснових та мішаних лісів у Полтавському (регіональному ландшафтному парку «Нижньоворсклянський», заказниках ландшафтних «Новосанжарський», «Великий і Малий лимани», ботанічному «Борівський»), Миргородському (регіональному ландшафтному парку «Гадяцький»), Лубенському (національному природному парку «Пирятинський») районах.

Також у межах Полтави (міста України обласного значення), незважаючи на розбудову міста в різні часи та зростаюче рекреаційне навантаження на її окраїнах, на сьогодні збереглися незначні за площею масиви широколистяних лісів – дібров, які мають вагоме історико-природоохоронне, фітосоціологічне, екологічне значення. До того ж, це – широколистяні ліси, що для Лівобережного Лісостепу України, в межах якого знаходиться й Полтавська область (окрім її південно-східної частини), є зональними типами рослинності. Ці лісові масиви є останцями природних вікових дібров, які вкривали Полтаву й Полтавську область, межуючись на вододілах із рослинністю лучних степів. Вони нині складають, так зване, зелене лісове кільце навколо Полтави, хоча й вкрай фрагментарне і виконують значні екологічні функції, надаючи екосистемні послуги, є цінними осередками збереження неморальнолісового біорізноманіття, зокрема й раритетного. Вони є цінними в краєзнавчому та природоохоронному відношенні.

Насамперед, це – Гришків та Яківчанський ліси, а також фрагментовані лісові масиви на західній околиці Полтави в районі села Супрунівка (Полтавська громада) – залишки вікових дібров із добре збереженим ядром природного біорізноманіття, в складі якого й раритетні види флори та фауни. За структурою фітоценозів, флористичним ядром і наявністю раритетних видів ці лісові масиви є подібними до Розсошенського лісу (найбільшого широколистянолісового масиву на околицях Полтави), який охороняється із 1982 р. в статусі ботанічного заказника місцевого значення «Розсошенський» на площі 15,7 га і є одним із еталонних об'єктів такого рангу за характеристиками біорізноманіття. Його флора репрезентована понад 350 видами вищих рослин, серед яких чисельні ценопопуляції утворюють такі созофіти, як *Scilla siberica* Haw., *Convallaria majalis* L., *Alium ursinum* L., *Tulipa quercetorum* Klokov. et

Zoz та ін. (Природно-заповідний фонд..., 2014). В цілому, на території заказника охороняється вісім видів рідкісних видів, із яких два включено до Червоної книги України, шість – до регіонального созологічного списку Полтавської області. У контексті розвитку заказника нами визначено наявні ресурси й можливості збільшити його площу за рахунок лісових територій, які не охоплені охороною.

У складі флори урочища Гришків ліс відмічено шість видів рідкісних рослин, із яких два включені до Червоної книги України (*Alium ursinum*, *Tulipa quercetorum*) та чотири – до регіонального списку (*Scilla siberica*, *Convallaria majalis*, *Corydalis marschalliana* (Willd.) Pers. та *Vinca minor* L.). Тваринний світ урочища теж зберігає в цілому лісовий характер і потребує детального вивчення. За результатами попередніх досліджень встановлено, що орнітофауна лісу представлена 26 видами, більшість із яких знаходяться під охороною Бернської та Бонської конвенцій. У грудні 2023 року задля збереженого цього масиву було створено однойменний ботанічний заказник місцевого значення.

Яківчанський ліс є важливою складовою Полтавського міського парку – парку – пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення. У складі його флори виявлені й рідкісні види, два з яких занесені до Червоної книги України (*Tulipa quercetorum*, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz.) та два (*Scilla siberica*, *Campanula persicifolia* L.) – до регіонального списку. Фауна лісу представлена 148 видами, із яких 12 – мають різні созологічні статуси. Встановлено (Смоляр, Халимон, 2018), що площа Яківчанського лісу становить на сьогодні всього 19,94 га, у той час, коли згідно проекту створення Полтавського міського парку повинна становити 19,0 га. Така ситуація склалась через недотримання заповідного режиму для цієї природно-заповідної установи через провадження різних науково необґрунтованих та природоохоронно недоцільних технічних та рекреаційних заходів, а також через відсутність донедавна спеціальної адміністрації цього об'єкта природно-заповідного фонду поліфункціонального призначення. Нами вивчаються питання щодо зонування території парку й визначення для Яківчанського лісу заказної зони за типом національних природних та регіональних ландшафтних парків.

На околицях Полтави також до нашого часу збереглися незначні за площею масиви вікових лісів, які цілком відображають особливості лісостепових дібров і мають вагомe історико-природоохоронне, фітосозологічне, екологічне значення. Серед них і комплекс фрагментованих масивів вододільних дібров на незначній відстані (біля 10 км) від Полтави на вододілі різної, але незначної площі кожен, у західному напрямі. Одними з таких є, так звані, Супрунівські переліски, що знаходяться в околицях села Супрунівка в районі автодороги М-3 «Київ – Довжанський».

Для лісових масивів Супрунівських перелісків встановлений видовий склад флори, який нараховує 119 видів вищих рослин. Вони в систематичному відношенні репрезентують відділ Magnoliophyta й належать до 91 роду, 38 родин та 28 порядків (Смоляр, Запорожець 2022). Їх фрагментованість, незначна площа кожного та знаходження посеред сільськогосподарських угілів та автодоріг зумовлюють певною мірою синантропізацію флори та фауни.

Водночас, для лісових масивів Супрунівських перелісків характерні високі показники фітосозологічної оцінки, які визначені фітоценозами, включеними до Зеленої книги України (фітоценотичної), та видів созофітів (флоросозологічної). І хоча у видовому списку досліджених лісових масивів виявлено лише два рідкісні види (*Tulipa quercetorum* – вид, включений до Червоної книги України, та *Scilla siberica* – регіонально рідкісний для Полтавської області (Смоляр, Запорожець, 2022)), вони утворюють на деяких ділянках досить чисельні ценопопуляції. Саме тому Супрунівські переліски є ще й потужними резерватом збереження лісового фіторізноманіття на генетичному, популяційному, видовому та ценотичному рівнях і потребують заповідання в статусі ботанічного заказника місцевого значення «Супрунівські переліски», який матиме кластерний характер.

У перспективі важливим є також заповідання еталонних ділянок широколистянолісових масивів, що збереглись у районі сіл Великий Тростянець та Щербані, так звані, Тростянецькі діброви. Це типові неморальнолісові масиви з добре збереженим рослинним і тваринним світом, цінні осередки збереження чисельних ценопопуляцій созофітів, таких як: *Tulipa quercetorum*, *Epipactis helleborine*, *Scilla siberica*, *Campanula persicifolia*, *Convallaria majalis* L., *Dentaria bulbosa* L., *D. quinquefolia* (M. Bieb.) Schalh. та ін.

Встановлено, що на території всіх зазначених вище широколистянолісових масивів переважають угруповання класу Quercus-Fagetea Br.-Bl et Vlieger. in Vlieger 1937. Вони у ценотичному відношенні мають збережену типову структуру з чітко розвиненими чотирма ярусами: першими двома деревними, що формують деревостан, підліском та трав'яним із основним домінантами – *Stellaria holostea* L., *Aegopodium podagraria* L., *Poa nemoralis* L., *Convallaria majalis*, *Lamium galeobdolon* (L.) L. Останні два види охороняються в Полтавській області. Созологічно цінним явищем є утворення навесні в лісових масивах дібров синузій ранньовесняних ефемероїдів, домінантами яких виступають *Scilla siberica*, *S. bifolia*, *Corydalis cava* (L.) Schweigg. & Körte, *C. marschalliana*, *Ficaria verna* Huds., *Anemone ranunculoides* L., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Gagea lutea* Ker Gawl., *G. minima* Ker Dawl.. Перші чотири види мають регіональний созологічний статус у Полтавській області.

Таким чином, зазначені лісові масиви в межах Полтави та її околиць є созологічно цінними осередками збереження природного біорізноманіття, характеризуються високими показниками наукової цінності (флористичної, ценотичної типовості та унікальності) й репрезентують угруповання, які включені до Зеленої книги України (2009). Тому всі вони потребують реалізації заходів охорони, зокрема надання («Супрунівські переліски», «Тростянецькі діброви») й підсилення («Яківчанський ліс») природоохоронних статусів.

*Романюк В.М.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Устименко В.І.,  
доктор філософії, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
tzns40m\_rvm@student.ztu.edu.ua*

## **ВІДНОВЛЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ НАПРЯМОК ЕКОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ В ПІСЛЯВОСННИЙ ПЕРІОД**

Відновлення біорізноманіття в умовах суцільних рубок лісу Житомирського Полісся стало важливим завданням сучасної екологічної науки, адже збереження природних екосистем та підтримка їх стійкості є необхідними умовами для забезпечення довготривалої екологічної стабільності регіону. Лісові ресурси Житомирського Полісся, представлені переважно сосновими та дубовими лісами, мають високу екологічну і соціальну цінність, але вони суттєво змінюються під впливом антропогенних факторів, зокрема через інтенсивну експлуатацію за методом суцільних рубок. Ця широко використовувана практика заготівлі деревини призводить до значних змін екологічного середовища, які впливають на ґрунт, гідрологічний режим, мікрокліматичні умови, а також на видовий склад лісової рослинності. Такі зміни у структурі лісових екосистем зумовлюють необхідність розробки нових підходів, спрямованих на відновлення природної флори і забезпечення умов для її подальшого розвитку в умовах, що постійно змінюються. Суцільні рубки, окрім прямого видалення деревного покриву, мають довгострокові наслідки для екосистеми загалом. Вони спричиняють знищення лісової підстилки, яка відіграє важливу роль у збереженні вологості та поступовому розкладанні органічних речовин, що підживлюють ґрунт. Після рубок на звільнених ділянках збільшується кількість світла, що призводить до швидкого висушування верхнього шару ґрунту, його ущільнення та вимивання поживних речовин. Відсутність деревного намету сприяє зростанню трав'янистих видів, зокрема світлолюбних і швидкоростучих бур'янів, які значно ускладнюють процес природного відновлення типових для цього регіону деревних порід. Для таких видів, як сосна звичайна і дуб черешчатий, ці умови є несприятливими, оскільки вони потребують специфічних умов для успішного укорінення і зростання, а наявність бур'янів та інших трав'яних рослин підсилює конкуренцію за поживні речовини та простір.

Серед факторів, що ускладнюють природне відновлення лісів, особливу увагу привертає гідрологічний режим. Лісова підстилка, що зберігає вологу в природних умовах, після рубок поступово розкладається, що значно знижує здатність ґрунту утримувати воду. На ділянках, де відбулися суцільні рубки, швидкість випаровування вологи підвищується, внаслідок чого знижується рівень ґрунтових вод. Це погіршує умови для проростання та укорінення деревних порід, які є чутливими до таких змін. Гідрологічний дисбаланс, спричинений рубками, веде до появи менш цінних з екологічної точки зору видів, які краще пристосовані до нових умов, але які не виконують тих важливих екологічних функцій, що притаманні природним лісовим насадженням.

Саме тому відновлення лісових насаджень потребує додаткових заходів, що покликані прискорити процеси регенерації лісових екосистем. Одним з ефективних методів, що застосовується для подолання наслідків суцільних рубок, є штучне лісовідновлення, яке передбачає висадку нових деревних насаджень, контроль за розвитком молодняка і створення умов для природного розвитку місцевих видів дерев. Цей підхід має важливе значення, оскільки сприяє поверненню цінних видів, таких як сосна та дуб, які є основними породами лісів Житомирського Полісся і відіграють ключову роль у збереженні екологічного балансу регіону. Сукупність цих факторів вказує на необхідність розробки комплексного підходу до лісового господарства, який враховував би як екологічні, так і кліматичні особливості регіону. Таким чином, штучне лісовідновлення у поєднанні з екологічним підходом до управління лісовими ресурсами стає оптимальним рішенням для збереження та підтримки стійкості природних екосистем у Житомирському Поліссі, що сприятиме не лише локальному екологічному оздоровленню, але й стане важливим внеском у загальнонаціональну програму відновлення країни в поствоєнний час.

### **Список використаної літератури**

1. O. Orlov, O. Zhukovsky, I. Ivaniuk, V. Ustymenko, V. Martynenko. Accumulation of <sup>137</sup>Cs by thallus of epiphytic lichen hypogymnia physodes (L.) Nyl on different trunk height in pine stands / Scientific Horizons. 2022. Vol. 25, no. 5. P. 48–59. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(5\).2022.48-59](https://doi.org/10.48077/scihor.25(5).2022.48-59)

2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.В., Пацева І.Г., Курбет Т.В. Оцінка стану природно-заповідного фонду Житомирської області. Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: видавничий дім «Гельветика», 2023. № 3(48). С. 108-115.

3. Пацева І.Г., Корбут М.Б., Алпатова О.М., Пацев І.С. Аналіз стійкості деревних порід рослин у міських умовах. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52), Т. 2. С. 76-78.

*Тарасенко Б.Л.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Сальнікова А.В., к.с.-г.н., доц.,  
доцент кафедри загальної екології, радіобіології та БЖД  
Національний університет біоресурсів та  
природокористування України  
[salnikovaanna88@gmail.com](mailto:salnikovaanna88@gmail.com)*

## **ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОХОРОНИ ТА ЗАХИСТУ ЛІСІВ НА ПРИКЛАДІ ДП «НІЖИНРАЙРОЛІСНИЦТВО»**

Ліси відносяться до найважливіших природних ресурсів, які виконують екосистемні функції, зокрема екологічні, економічні і соціальні, які передбачають збереження біорізноманіття, регулюванню клімату, зберігання водних ресурсів, тощо. Однак у зв'язку зі зростаючим впливом діяльності людини, таких як незаконна вирубка, парниковий ефект, смоги, деградація земель, тощо, ліси знаходяться під загрозою, і потребують більш ефективніших методів для їхнього захисту та збереження. Проблема охорони та захисту лісів у контексті глобальної екологічної політики виходить на перший план, оскільки постає необхідність проведення екологічної оцінки для розробки та впровадження новітніх методів збереження біорізноманіття.

Відповідно до постанови Кабінету міністрів України №612 від 20 травня 2022 року необхідно проводити комплекс заходів щодо збереження лісів від різноманітних негативних впливів та факторів, які його пошкоджують, зокрема, пожежі, незаконні рубки, вплив хвороб та шкідників, тощо. Важливим є розробка стратегії та планів дій щодо впровадження методів охорони біорізноманіття та лісів на локальному та регіональному рівнях.

ДП «НІЖИНРАЙРОЛІСНИЦТВО» розташоване в Чернігівській області та має загальну площу лісів, якими керує агролісогосподарське підприємство Ніжинського району, становить 6978,1 га. Господарство має у своєму складі декілька категорій лісів, а саме: ліси природоохоронного, наукового та історико-культурного значення (5%) (заповідні урочища та частина Смарагдової мережі), рекреаційно-оздоровчі ліси, захисні ліси (20%) (лісові ділянки, які прилягають до смуг відведення залізниць, автомобільних доріг державного значення, ділянки вздовж водних об'єктів та інші ліси), захисні ліси (20%) та експлуатаційні ліси (55%). До переважаючих лісових порід господарства належать сосна звичайна, вільха, ясен, береза, дуб, які використовуються для проведення рубок різних видів та складають основу деревостою.

Проаналізувавши існуючі сучасні підходи до охорони та захисту лісів ми встановили, що необхідно провести наступні заходи на ДП «НІЖИНРАЙРОЛІСНИЦТВО» для створення умов збереження біорізноманіття господарства:

1. Впровадження новітніх систем моніторингу стану лісових насаджень для запобігання несанкціонованому та негативному впливу господарської діяльності людини, зокрема, ГІС-технологій, дронів, тощо.
2. Створення автоматизованої, комп'ютеризованої бази даних господарства, яка є також відкритою для населення з метою покращення обізнаності громадян щодо екологічного стану природних екосистем.
3. Аналіз стану лісових насаджень дистанційними методами для встановлення їх пошкодження шкідниками або хворобами, а задля боротьби із наслідками ураження рослинних асоціацій використання біологічних методів боротьби.
4. Детальне дослідження біорізноманіття господарства, як флористичне різноманіття, так і поширення та чисельність тварин.
5. Створення моделей для прогнозування змін у стані лісових екосистем для організації превентивних та корекційних природоохоронних заходів.
6. Розробка та впровадження комплексних програм дій та природоохоронних заходів щодо збереження та раціонального використання лісових масивів.
7. Залучення інвестицій на технологічну модернізацію, проведення наукових досліджень, розробку та реалізацію природоохоронних довгострокових та короткострокових програм дій.
8. Покращення співробітництва та партнерства з науковими установами та екологічними організаціями.

Отже, дослідження ДП «НІЖИНРАЙРОЛІСНИЦТВО» показало, що у господарстві досить великі обсяги деревних порід, що потребує розробки та впровадження новітніх методів охорони та захисту лісів, зокрема, використання ГІС-технологій, дронів, інноваційних розробок, сучасних методів модулювання та прогнозування.

*Сахно Б.П.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Сальнікова А.В., к.с.-г.н., доц.,  
доцент кафедри загальної екології, радіобіології та БЖД  
Національний університет біоресурсів та  
природокористування України  
[salnikovaanna88@gmail.com](mailto:salnikovaanna88@gmail.com)*

### **ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЗАКАЗНИКА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ «ДІБРОВА» БОРИСПІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

На сучасному етапі розвитку природоохоронних територій значна увага приділяється науковій розробці підходів до їх організації, функціонування та управління, проте важливим є розрахунок екосистемних послуг об'єктів природно-заповідного фонду. Це дозволить встановити необхідність консервування природних територій та розраховувати вигоди від організації таких об'єктів для територіальних громад.

Екосистемні послуги як чинник регіонального розвитку дозволяє оцінювати вигоди, оякі може одержати суспільством від екосистем, які безпосередньо чи опосередковано роблять свій внесок у соціально-економічний розвиток регіонів. Виявлення основних складових екосистемних послуг на об'єктовому рівні дозволяє врахувати ландшафтну структуру території, його складові, що забезпечують функціонування природних комплексів.

Заказник «Діброва» - ботанічний заказник місцевого значення, що лежить у межах Студениківського лісництва ДП «Переяславське лісове господарство» та розташоване на території Студениківської сільської територіальної громади Бориспільського району, займає площу в 102 га.

Аналіз екосистемних послуг заказника «Діброва» проводився у 4 етапи, які передбачали:

- 1 етап – визначення межі території та деталізація проведення дослідження.
- 2 етап - передбачає виявлення повного спектра цінностей для суспільства аналізованої території, їх типізація та визначення одержувачів вигод всіх типів благ та послуг.
- 3 етап – визначення вартісної оцінки послуг при цьому застосовуються найбільш адекватні їм методи стосовно окремим видам екосистемних послуг.
- 4 етап – полягає у визначенні загальної економічної цінності території та виборі оптимального переліку природоохоронних заходів задля збереження природоохоронного об'єкту та реалізації одержання екосистемних послуг у майбутньому.

Одержана в результаті досліджень матриця екосистемних послуг заказника «Діброва» ілюструє співвідношення природно-територіального комплексу та екосистемних послуг. Як показав аналіз наявних екосистемних послуг згідно матриці найбільшу кількість екосистемних послуг виконує сосновий бір, дубово-сосновий субір та болота, що пояснюється наявністю значної кількості природних ресурсів.

Щодо ролі заказника «Діброва» у соціально-економічному розвитку Бориспільського району Київської області, то до цього можна віднести дохід від екологічного туризму, заготівлі лікарських трав, грибів та ягід, деревина одержана внаслідок санкціонованих рубок, тощо.

Важко оцінити роль заказника та його високу естетичну цінність, історичну спадщину та духовну цінність для громадян, яка відіграє значну роль у соціальному розвитку прилеглих територіальних громад та їх сталого розвитку.

До додаткових можливостей регіонального розвитку, що ґрунтуються на результатах оцінки екосистемних послуг території, належать:

- 1) визначення значущості природоохоронних територій у соціально-економічному розвитку регіону;
- 2) обґрунтування економічного ефекту природоохоронних територій (включаючи непрямий);
- 3) забезпечення додаткових економічних стимулів для організації та функціонування природоохоронних територій;
- 4) виявлення можливостей отримання додаткових доходів від розвитку туризму на природоохоронних територій на прилеглий території;
- 5) залучення приватних (позабюджетних) інвестицій, що дозволяють зменшити навантаження на державні (регіональні) джерела фінансування.

Отже, дослідження екосистемних послуг заказника «Діброва» Бориспільського району Київської області показав, що велике значення для розвитку регіону мають його продуктивність (деревна та недеревна), біорізноманіття, накопичення та очищення води, освітня та наукова цінність, рекреація та туризм, естетична, релігійна та духовна цінність.

*Селюк А.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Сальнікова А.В., к.с.-г.н., доц.,  
доцент кафедри загальної екології, радіобіології та БЖД  
Національний університет біоресурсів та  
природокористування України*

## **ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ЗАЛІССЯ»**

На даний час особливо гострою постала проблема міграції забруднюючих речовин ґрунт-вода, атмосфера-ґрунт-вода, транскордонне переміщення забруднюючих речовин, що створює загрозу непрямого забруднення природних екосистем. Оскільки рослини першими реагують на негативні зміни у довкіллі, то постійний біотичний моніторинг необхідний для контролю за станом природних екосистем.

Об'єкти природно-заповідного фонду потребують особливої уваги щодо контролю за якісними та кількісними характеристиками стану рослинності, оскільки саме ці показники свідчать про стійкість природних екосистем. Для контролю за станом природних екосистем, що входять до складу об'єктів природно-заповідного фонду доцільно використовувати екологічний моніторинг, що включає визначення параметрів деревних насаджень.

Національний природний парк (НПП) "Залісся" було створено з метою управління збереженням, відтворенням та рекреаційним використанням природних комплексів Центрального Полісся, які володіють важливим значенням для природоохоронної, наукової, естетичної, рекреаційної та оздоровчої сфер центральної України. Парк розташований на території Броварського району Київської області та Чернігівського району Чернігівської області, умовно розділений на три окремі частини. Загальна площа парку 14 836 гектарів та складається із багатьох унікальних природних комплексів, які охороняються законом.

Територія НПП «Залісся» (за призначенням) поділяється на такі території:

1. Заповідна зона (2511,5 га або 16,9% загальної площі) призначена для охорони та відновлення найцінніших природних комплексів. На цю територію поширюються ті самі правила, що й на заповідники.
2. Зона регульованої рекреації (1521,5 га, або 10,3%) призначена для обмеженого організованого відпочинку.
3. Зона стаціонарної рекреації (250,4 га, 1,7%) використовуються для будівництва туристичних комплексів типу готелів і кемпінгів.
4. Господарська зона (10552,6 га, 71,1%) використовуються для здійснення господарської діяльності, яка не перешкоджає охороні природи.

В результаті дослідження було встановлено антропогенні фактори, які негативно впливають на деревні насадження НПП «Залісся», основними з яких є:

1. Вирубка лісів: Незаконна або надмірна вирубка лісів призводить до зменшення площі лісів, втрати біорізноманіття, порушення екологічних зв'язків, тощо.
2. Забруднення навколишнього середовища: Викиди шкідливих речовин від промислової діяльності, транспорту та сільського господарства призводять до накопичення забруднюючих речовин у ґрунті та воді, що негативно впливає на здоров'я дерев.
3. Рекреаційне навантаження: Велика кількість людей у парку може завдавати шкоди ґрунту, зменшуючи потенціал відновлення природних лісів та засмічення території. Особливо це небезпечно для молодих дерев і трав'яної рослинності, які є чутливими до механічних пошкоджень.
4. Зміни водного балансу: Зрошення, осушення або будівництво на територіях прилеглих до парку може змінити природний водний баланс території, що негативно впливає на деревні насадження.

Аналіз видової структури деревних насаджень парку показав, що найбільш поширеними видами є сосна, дуб, береза, а також деякі види хвойних і листяних дерев. Багато з них відіграють значну екологічну роль, адже вони є ценозоутворюючими видами, що забезпечують стабільність біорізноманіття. Дані досліджень деревних насаджень парку показали, що на деяких територіях лісових насаджень є тенденція до зниження бонітету та повноти лісів, що є сигналом до необхідності прийняття оперативних заходів для покращення стану цих насаджень.

Отже, дослідження стану деревних насаджень об'єктів природно-заповідного фонду є важливим для збереження біорізноманіття, контролю за станом природних екосистем та прийняття управлінських рішень. Дослідження деревних насаджень НПП «Залісся» показало, що найбільш поширеними видами є сосна, дуб, береза, проте деякі фітоценози вирізняються погіршенням стану в результаті рекреаційного навантаження, зміни водного балансу території, тощо.

Мартиненко В.В.  
доктор філософії (екологія),  
науковий співробітник відділу охорони ландшафтів,  
збереження біорізноманіття і природозаповідання  
Інститут агроекології і природокористування НААН  
[Martinenko.vasil@ukr.net](mailto:Martinenko.vasil@ukr.net)

### ДИНАМІКА РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ В ЛІСАХ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ»

Вперші дні після аварії на ЧАЕС в навколишнє середовище потрапила значна маса небезпечних елементів, серед яких і  $^{137}\text{Cs}$ . Найбільш забрудненим на момент викиду радіоактивних речовин стала східна частина Заповідника, особливо в районі с. Звіздаль, де найвищий показник становив 217  $\text{Кі}/\text{км}^2$ .

Як видно із таблиці, за 34 роки площа I зони зменшилася на 2317,0 га або 13,76%, а площа II та III зони відповідно збільшилася на 966,0 та 264,0 га або 5,73 та 1,57% відповідно. Таке зменшення площ пояснюється I періодом напіврозпаду, а також вертикальною міграцією радіонуклідів в профілі ґрунту в різних типологічних умовах. Активність  $^{137}\text{Cs}$  в шарі ґрунту 0-2 см між 1991 та 2021 роками зменшився з 2396 до 621  $\text{кБк}/\text{м}^2$ , а у 2-4 з 852 до 582  $\text{кБк}/\text{м}^2$ .

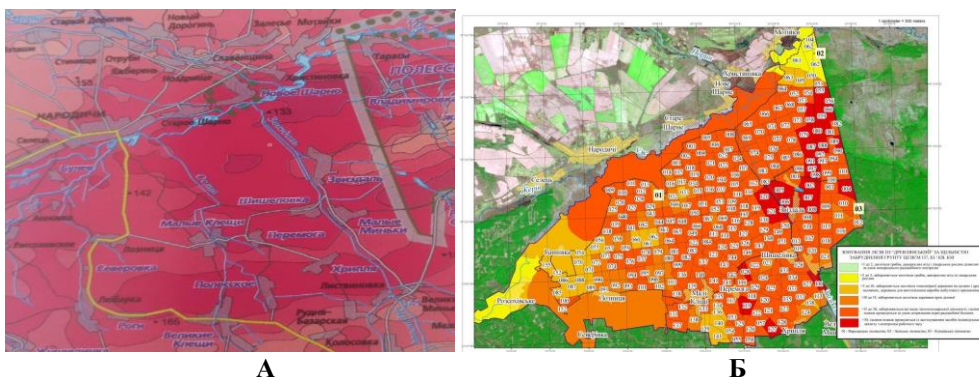


Рис. 1. Карта щільності забруднення цезій-137 території природного заповідника «Древлянський»: А – 1986 р., Б – 2023 р [1]

Табл. 1. Поділ частини території заповідника за зонами радіаційного забруднення (щільність забруднення ґрунту цезієм-137 в  $\text{Кі}/\text{км}^2$ ) [2]

Загальна площа забруднення, га/%	в т.ч. за щільністю забруднення		
	зона I	зона 2	зона 3
	більше 15,1	5,1-15,0	1,0-5,0
За даними 1991 року			
16823,0	15450,0	1324,0	49,0
100,0	91,83	7,88	0,29
За даними 2023 року			
16823,0	13133,0	2290,0	313,0
100,0	78,07	13,61	1,86

Проте, внаслідок сильної пожежі, що сталася на території заповідника в 2020 році радіаційний рівень в місцях, де відбувалося палання лісів збільшився вразі та значно перевищує рівень в момент викиду радіоактивних речовин.

Окрім лісів також значними рівнями радіоактивного забруднення характеризуються орні землі, які після припинення ведення на них сільського господарства стали перелогами. На даний час на таких землях проходить сукцесійні процеси пов'язані із зміною лучної рослинності на лісову. Такий процес проходить на частинах земель, що найближче розташовані до лісових масивів чим створюють умови для природного створення лісових екосистем, як стійких систем до негативних факторів навколишнього середовища.

#### Список використаної літератури

1. Тищенко О.Г., Ландін В.П., Цидик Н.М., Мартиненко В.В. Оцінка радіоекологічної ситуації для території природного заповідника «Древлянський» станом на 2023 р. *Ядерна енергетика та довкілля*. 2023. № 1 (26). С 55-63. DOI: [doi.org/10.31717/2311-8253.23.1.6](https://doi.org/10.31717/2311-8253.23.1.6).

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА СТАН ДОВКІЛЛЯ. ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ**

*Ананченко А.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Єгорова О.В.,  
к.т.н., доц., доцент кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
ok.yehorova@chdtu.edu.ua*

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ДЕРЕВООБРОБНОЇ ГАЛУЗІ**

У сучасному світі питання охорони довкілля стає дедалі актуальнішим, зокрема в контексті промислових галузей. Деревообробна промисловість, як один з ключових секторів економіки, забезпечує значний внесок у розвиток національної економіки, проте її діяльність може мати серйозні екологічні наслідки. Від вирубки лісів до обробки деревини – кожен етап виробництва здатен призвести до змін в природних екосистемах та знищення біорізноманіття, а також вплинути на рівень забруднення повітря, ґрунтового покриву та водних ресурсів. Важливим інструментом організації та управління безпеки навколишнього середовища є екологічна оцінка впливу на довкілля. Мета даної роботи полягає у вивченні екологічних аспектів діяльності деревообробних підприємств та розробці рекомендацій щодо мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, що сприятиме сталому розвитку галузі.

Однією з основних екологічних проблем, пов'язаних із деревообробними підприємствами, є вирубка лісів. Інтенсивна експлуатація лісових ресурсів призводить до зменшення площ лісів, що негативно впливає на біорізноманіття. Ліси є домом для мільйонів видів рослин і тварин, і їх знищення загрожує багатьом з них. Втрата природних місць проживання також може призводити до порушення екосистемних процесів і погіршення якості навколишнього середовища.

Деревообробні підприємства використовують різноманітні хімічні речовини для обробки деревини, що може призводити до забруднення води. Витоки небезпечних відходів у ріки і водойми можуть погіршити якість води, завдаючи шкоди водним екосистемам і здоров'ю людей. Також, під час виробничих процесів в атмосферу потрапляють частинки пилу, викиди від обладнання та інші забруднюючі речовини, які можуть призводити до погіршення якості повітря і негативно впливати на здоров'я населення.

Деревообробна промисловість також може призводити до змін клімату через викиди парникових газів. Коли дерева вирубуються, вуглець, що зберігається в їхній деревині, вивільняється в атмосферу, що сприяє глобальному потеплінню. Крім того, виробничі процеси, пов'язані з обробкою деревини, також можуть бути джерелом викидів CO<sub>2</sub>.

Виробництво деревини супроводжується утворенням значних обсягів відходів, таких як обрізки, стружки і тирса. Якщо ці відходи не утилізуються належним чином, вони можуть забруднювати довкілля. Деякі підприємства використовують відходи для виробництва енергії або як сировину для інших продуктів, проте не всі компанії дотримуються таких практик.

Крім екологічних аспектів, важливим є також соціальний вплив деревообробних підприємств. Часто місцеві громади, в яких розташовані такі підприємства, можуть зазнавати негативних наслідків від їхньої діяльності. Це може проявлятися в зменшенні якості життя через забруднення довкілля або втрату традиційних способів існування. Важливо, щоб деревообробні компанії враховували потреби місцевих жителів і активно взаємодіяли з громадами, створюючи програми соціальної відповідальності та екологічні ініціативи.

Для зменшення негативного впливу деревообробних підприємств на довкілля важливо впроваджувати екологічні практики. Відновлення лісів, використання сертифікованої деревини та технологій, що зменшують викиди і відходи, можуть суттєво покращити ситуацію. Також важливо дотримуватись принципів сталого лісокористування, що передбачає збалансований підхід до видобутку деревини, зберігаючи екосистеми та біорізноманіття.

Деревообробна промисловість має важливе значення для економіки, але її вплив на навколишнє середовище не можна ігнорувати. Вирубка лісів, забруднення води та повітря, викиди парникових газів і утворення відходів – всі ці аспекти потребують уважного аналізу та активних заходів з боку держави, підприємств і суспільства. Лише спільними зусиллями можна забезпечити сталий розвиток деревообробної промисловості, що відповідатиме екологічним вимогам і сприятиме збереженню нашої планети для майбутніх поколінь.



Балюк М.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Некос А.Н.,  
д-р геогр. н., проф., зав.кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти  
ННІ екології, Харківський національний університет імені В.Н Каразіна  
[maksym.baliuk@student.karazin.ua](mailto:maksym.baliuk@student.karazin.ua)

## ВИКОРИСТАННЯ ТАТУ-ФАРБ - ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЧИ НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ?

Індустрія татуювання сьогодні є однією з найпопулярніших форм самовираження серед молоді та дорослого населення, що зумовлює збільшення попиту на послуги тату-майстрів. Тату-індустрія вже давно не асоціюється з підпільними кімнатками, де при тьмяному світлі клієнту набивають одноколірний малюнок. Більшість сучасних тату-студій працює з дотриманням найсуворіших правил гігієни та пропонує широкий набір класичних та оригінальних мотивів та кольорів. Разом із цим зростає і кількість використаних пігментів для татуювань, які часто містять хімічні сполуки з потенційно небезпечними для організму речовинами, такими як важкі метали, канцерогенні компоненти та алергени. Водночас знову і знову з'являються нові дослідження та повідомлення про те, що ті чи інші фарби містять шкідливі для здоров'я речовини. Відсутність чітких регуляцій та стандартизації щодо складу пігментів у багатьох країнах підвищує ризик використання шкідливих компонентів, які можуть негативно впливати на здоров'я людини.

Метою дослідження є оцінка екологічної безпеки чи небезпеки пігментів, що використовуються в татуюваннях, з точки зору впливу на здоров'я людини. Основні завдання включають аналіз хімічного складу пігментів, вивчення можливих негативних наслідків їх тривалого впливу на організм і визначення критичних аспектів, які потребують додаткових регуляторних заходів для захисту споживачів. Питання екологічної безпеки пігментів у тату-індустрії є нагальною проблемою, враховуючи, що пігменти залишаються в організмі на тривалий період. Можливі негативні наслідки включають *розвиток алергічних реакцій, хронічного подразнення шкіри, накопичення токсичних речовин у тканинах та можливі онкологічні ризики*. Це питання потребує підвищеної уваги як з боку наукової спільноти, так і з боку регуляторних органів, щоб забезпечити здоров'я споживачів, зменшити ризики та підвищити якість продукції, що використовується в індустрії татуювання.

Фарба для татуювань містить дві частини: пігмент і розчин-носіє. Пігментом може бути молекулярна сполука, наприклад синій пігмент; тверда сполука, така як діоксид титану ( $TiO_2$ ), який має білий колір; або поєднання двох типів сполук, таких як світло-блакитне чорнило, яке містить як молекулярний синій пігмент, так і діоксид титану ( $TiO_2$ ). Розчин-носіє транспортує пігмент до середнього шару шкіри та, як правило, допомагає зробити пігмент більш розчинним. Він також може контролювати в'язкість чорнильного розчину та іноді містить протизапальний інгредієнт [3]. На початку 2022 року у Європі набуло чинності нове положення регламенту, яке забороняє або обмежує використання в ЄС близько чотирьох тисяч хімічних речовин, які застосовуються у виробництві фарб для татуювань та перманентного макіяжу. На думку експертів, більшість цих субстанцій недостатньо досліджено й вони можуть бути шкідливими для здоров'я [2].

Натомість Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів та медикаментів Сполучених Штатів Америки вважає фарбу, що використовується для татуювань, у тому числі, для перманентного макіяжу, косметикою, оскільки вони призначені для введення в тіло чи нанесення на нього з метою прикрасити, підвищити привабливість або змінити зовнішність. Пігменти в фарбах для татуювань вважаються кольоровими добавками і потребують попереднього схвалення на ринку. Однак, на відміну від нормативних актів Європейського Союзу, у Сполучених Штатах не існує спеціального списку заборонених речовин щодо тату фарб. Застосовуються лише певні місцеві обмеження та загальні заборони для всіх косметичних продуктів, що охоплюють 10 речовин або груп речовин. У той час як Європейський Союз вибрав превентивний підхід, заздалегідь заборонивши небезпечні речовини, такі як кобальт (Co), нікель (Ni) або певні азобарвники, Сполучені Штати прийняли більш гнучку систему, де відповідальність в основному покладається на виробників і ринковий контроль. Ця різниця в підходах відображається в більшій різноманітності чорнил, доступних у Сполучених Штатах, але також у вищому ризику для здоров'я споживачів [1].

Команда з Університету Бінгемтона (Університет штату Нью-Йорк) досліджувала розмір частинок і молекулярний склад пігментів для татуювань за допомогою різноманітних методів, таких як раман-спектроскопія, спектроскопія ядерного магнітного резонансу та електронна мікроскопія. За допомогою цих аналізів вони підтвердили наявність інгредієнтів, які не вказані на деяких етикетках. Наприклад, в одному випадку етанол не значився, але хімічний аналіз показав, що він присутній у чорнилі. Науковці також змогли визначити, які конкретні пігменти присутні в деяких чорнилах. 23 із 56 різних фарб, проаналізованих на сьогоднішній день, свідчать про присутність барвника, що містить азот (N). Хоча багато азопігментів не викликають проблем зі здоров'ям, якщо вони хімічно цілі, бактерії або ультрафіолетове світло можуть перетворити їх на іншу сполуку на основі азоту, яка є потенційним канцерогеном (згідно з матеріалами Об'єднаного дослідницького центра, який надає незалежні наукові консультації Європейському Союзу) [2]. Крім того, дослідники проаналізували 16 фарб за допомогою електронної мікроскопії і, приблизно, половина містила частинки розміром менше 100 нм. Це «тривожний діапазон» розмірів, адже частинки такого розміру можуть проникати через клітинну мембрану і потенційно завдати шкоди. Також, дослідження показали, що сировина в основі чорного пігменту, який найчастіше використовується для татуювань, може бути забруднена деякими з тих самих молекул, що викликають рак, які містяться у вихлопних газах автомобіля та сигаретному димі [3]. Подібні дослідження, є важливою частиною у встановленні того, що насправді міститься у фарбах, це допоможе краще зрозуміти будь-які несприятливі наслідки, такі як тривалі алергічні реакції, захворювання шкіри або імунної системи.

Індустрія татуювання в Україні стрімко розвивається, однак питання екологічної безпеки чи небезпеки пігментів залишається поза увагою регулюючих органів. На сьогодні в Україні відсутні чіткі стандарти та нормативи, що регулюють склад та використання пігментів у сфері татуювання. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба у дослідженні хімічного складу пігментів, що застосовуються в Україні, та оцінці можливих загроз для здоров'я людини. Отримані результати можуть слугувати основою для майбутніх регуляторних змін і настанов, спрямованих на підвищення екобезпеки послуг у тату-індустрії та захист споживачів від потенційно небезпечних речовин. Дослідження автора спрямоване на відбір проб фарб, що широко використовуються у сфері татуювання в Україні, з метою їхнього хімічного аналізу щодо екобезпеки для здоров'я. Планується у перспективі відібрати зразки чорного кольору різних виробників, що представлені на українському ринку, а також білого та деяких кольорових пігментів. Цей вибір дозволить отримати комплексні характеристики хімічного складу різних типів пігментів та визначити можливу наявність токсичних речовини чи компоненти, що можуть спричинити алергічні реакції, подразнення та інші ризики для здоров'я людини. Дослідження зразків допоможе оцінити ступінь відповідності цих пігментів міжнародним стандартам екобезпеки та виявити необхідність введення регуляторних норм для захисту споживачів.

#### Список використаної літератури

1. Sumru Sozer Karadagli, Islam Cansever, Guliz Armagan, Ozlem Sogut. Are Some Metals in Tattoo Inks Harmful to Health? An Analytical Approach.  
URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11228856/>
2. Tattoo inks and permanent make-up.  
URL: <https://echa.europa.eu/hot-topics/tattoo-inks>
3. Exposing what's in tattoo ink.  
URL: <https://www.acs.org/pressroom/newsreleases/2022/august/exposing-whats-in-tattoo-ink.html>

*Ярошенко Б.О., Потаржевський Є.Б., Безпала В.О.,  
здобувачі вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Герасимчук Л.О.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[Gerasim4uk@ukr.net](mailto:Gerasim4uk@ukr.net)*

## **ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ УКРАЇНИ**

Вибухонебезпечні предмети, боєприпаси, що не вибухнули, вибухонебезпечні залишки війни, залишені вибухонебезпечні боєприпаси є тривалою загрозою життю та здоров'ю людей, які проживають на території, забруднених вибухонебезпечними предметами ще з 2014 р. та спричиняють значні екологічні ризики [1, 2].

Відповідно Закону України від 06.12.2018 № 2642-VIII «Про протимінну діяльність в Україні» гуманітарне розмінування – комплекс заходів, які проводяться операторами протимінної діяльності з метою ліквідації небезпек, пов'язаних із вибухонебезпечними предметами, включаючи нетехнічне та технічне обстеження територій, складення карт, виявлення, знешкодження та (або) знищення вибухонебезпечних предметів, маркування, підготовку документації після розмінування, надання громадам інформації щодо протимінної діяльності та передачу очищеної території [5].

За період 2014 – 2023 рр. до робіт щодо очищення території України піротехнічні підрозділи залучалися 169147 разів, знешкоджено ВВП у кількості 1262134 од., очищено територію площею 308171 га. В розрізі кварталів 2023 р. виконані роботи щодо очищення території України від вибухонебезпечних предметів виглядають наступним чином: у першому кварталі кількість залучень піротехнічних підрозділів до робіт щодо очищення території України від вибухонебезпечних предметів становило 8069 разів із 39973 (20,2%), другому кварталі – 11901 разів (29,8%), третьому кварталі – 10556 разів (26,4%), четвертому кварталі – 9447 разів (23,6%); найбільше було знешкоджено вибухонебезпечних предметів у II кварталі 2023 р. – 67206 од. (43,7% із 153859 од.) (у I кварталі – 27665 од. (18%), у III кварталі – 31067 од. (20,2%), IV кварталі – 27921 од. (18,1%)); лідером за площею очищеної території був IV квартал – 14439 га (39,9% із 36145 га) (у I кварталі – 4159 га (11,5%), у II кварталі – 9209 га (25,5%), у III кварталі – 8336 га (23,1%)).

Для практичного здійснення заходів гуманітарного розмінування визначається Центр гуманітарного розмінування [4]. Починаючи з 24 лютого 2022 р. Міжрегіональний центр гуманітарного розмінування та швидкого реагування ДСНС України прийняв 17365 заявок, було обстежено 2053,5 га територій, знешкоджено 26357 вибухонебезпечних предметів, здійснено 17227 залучень піротехнічних підрозділів Центру. Протягом 2023 р. до Міжрегіонального центру гуманітарного розмінування та швидкого реагування ДСНС України надійшло 10306 заявок, здійснено 4737 залучень піротехнічних підрозділів Центру, обстежено 677,31 га територій, знешкоджено 8260 вибухонебезпечних предметів (у 2024 р. зазначені вище показники становлять: 1282 заявки, 1197 залучень, обстежено 626,78 га територій, знешкоджено 1778 вибухонебезпечних предметів).

Проте очищення території нашої держави та її звільнення ще не є достатнім для безпечного її подальшого використання, адже необхідним буде проведення комплексних ґрунтовних екологічних досліджень щодо забруднення навколишнього середовища та ґрунту, зокрема, як основи продовольчої безпеки. Практика систематичного ретельного гуманітарного розмінування – необхідна передумова сталого управління навколишнім природним середовищем в подальшому на постконфліктних територіях.

### **Список використаної літератури**

1. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А. Гуманітарне розмінування України. Аграрні інновації. 2024. №24. С. 232-238. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2024.24.33>.
2. Герасимчук Л.О. Військові дії як чинник утворення відходів. Таврійський науковий вісник. 2023. № 133. С. 305-312. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.41>.
3. Гуманітарне розмінування. URL: <https://dsns.gov.ua/protiminna-diyalnist/gumanitarne-rozminuvannya> (дата звернення: 15.05.24).
4. Міжрегіональний центр гуманітарного розмінування та швидкого реагування ДСНС України. URL: <https://mcgr.dsns.gov.ua> (дата звернення: 15.05.24).
5. Про протимінну діяльність в Україні: Закон України від 06.12.2018 № 2642-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2642-19> (дата звернення: 15.05.24).
6. Хрутьба Ю.С., Пацева І.Г., Алпатова О.М., Хрутьба О.В., Пацев І.С. Концепція GreenPM в управлінні природоохоронними проектами в контексті сталого розвитку. Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2024. Вип. 1. С. 82-88.
7. ПАЦЕВА І., НОНІК Л. (2023). Рециклінг відходів руйнації - крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2023. №3. с. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>

*Кірейцева Г.В.,  
к.е.н., доцент, доц. кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій, асистент кафедри наук про Землю  
Хоменко С.В.,  
аспірант, асистент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[gef\\_kgy@ztu.edu.ua](mailto:gef_kgy@ztu.edu.ua)*

### ВПЛИВ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ РФ НА ДОСЯГНЕННЯ УКРАЇНОЮ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Забезпечення сталого розвитку є ключовим пріоритетом для сучасних держав, що прагнуть гармонійного поєднання економічного зростання, соціального добробуту та екологічної безпеки. Україна, усвідомлюючи важливість цього напрямку, приєдналася до глобальної стратегії сталого розвитку та визначила 17 ключових цілей, представлених на рис. 1. Ці цілі формують комплексну систему розвитку держави, де економічний вектор спрямований на забезпечення доступної енергії, розвиток інновацій та інфраструктури, створення сталих міст та впровадження відповідального споживання.



Рис. 1. 17 цілей сталого розвитку України та засоби їхньої реалізації Джерело: складено за Законом України "Про Стратегію сталого розвитку України до 2030 року"

Як видно з рисунку, цілі сталого розвитку чітко розподілені за трьома основними групами. Економічний вектор (цілі 7, 9, 11, 12) спрямований на забезпечення доступної енергії, розвиток інновацій та інфраструктури, створення сталих міст та впровадження відповідального споживання. Соціальний вектор (цілі 1-5, 8, 10, 16) охоплює подолання бідності та голоду, забезпечення якісної освіти, досягнення гендерної рівності та гідних умов праці. Екологічний вектор (цілі 6, 13-15) зосереджений на забезпеченні чистою водою, протидії кліматичним змінам та збереженні екосистем. Важливо відзначити, що ціль 17 "Партнерство заради сталого розвитку" є наскрізною та забезпечується через шість ключових інструментів реалізації: нормативно-правові, фінансові, економічні, інформаційно-комунікаційні, дослідження та розробки, а також реформування освіти. До початку повномасштабного вторгнення РФ Україна демонструвала значний прогрес у досягненні цих цілей, що підтверджується покращенням позиції в Sustainable Development Report з 41-го місця у 2019 році до 37-го місця у 2021 році.

Російська військова агресія завдала нищівного удару по всіх складових сталого розвитку України, суттєво погіршивши досягнуті результати та створивши нові перешкоди для подальшого прогресу. В економічній сфері відбулося безпрецедентне руйнування інфраструктури та виробничих потужностей. Падіння ВВП на 30% у 2022 році стало найглибшим за всю історію незалежності України. Промислове виробництво скоротилося на 36,9%, причому найбільше постраждали галузі виробництва будматеріалів, металургії та хімічної промисловості, де падіння перевищило 60%. Особливо критична ситуація склалася в енергетичному секторі – через систематичні ракетні атаки на об'єкти критичної інфраструктури виробництво електроенергії скоротилося більш ніж на чверть. Додатковим ударом стала втрата доступу до п'ятої частини потужностей відновлюваних джерел енергії, які опинилися на тимчасово окупованих територіях.

Соціальна сфера зазнала глибоких структурних деформацій через масштабну вимушену міграцію населення та системне руйнування соціальної інфраструктури. Лише за перші шість місяців повномасштабної війни чисельність населення України скоротилася на 6,7 млн осіб – це найбільша міграційна криза в Європі з часів Другої світової війни. Ринок праці пережив безпрецедентні потрясіння – рівень безробіття зріс більш ніж удвічі, досягнувши критичної позначки в 21,1%, а рівень зайнятості впав до історичного мінімуму в 39,8%. Катастрофічних руйнувань зазнала соціальна інфраструктура – лише прямі збитки освітній сфері оцінюються у 8,9 млрд доларів США, що включає пошкодження та знищення шкіл, університетів та інших освітніх закладів.

Найбільш руйнівного та довготривалого впливу зазнало довкілля України. Масштаби екологічної катастрофи вражають: в атмосферу викинуто понад 42 млн тонн парникових газів внаслідок бойових дій, пожеж та руйнування промислових об'єктів. Близько третини території країни (174 км<sup>2</sup>) забруднено вибухонебезпечними речовинами, що створює довгострокові ризики для екосистем та населення. Підриг Каховської ГЕС став безпрецедентною екологічною катастрофою, збитки від якої перевищують 3,8 млрд євро та матимуть довготривалі наслідки для водних екосистем регіону. Станом на середину 2023 року зафіксовано 368 воєнних злочинів проти довкілля, найбільше у Київській (67), Дніпропетровській (37), Одеській та Запорізькій (по 28) областях. Сукупні екологічні збитки сягнули астрономічної суми в 2 трлн гривень, і ця цифра продовжує зростати.

Відновлення України та повернення до реалізації цілей сталого розвитку вимагає системного та комплексного підходу на всіх рівнях. На державному рівні необхідно створити сприятливе законодавче поле для залучення імпорт-інвестицій, продовжити антикорупційні реформи та розробити ефективні механізми відновлення зруйнованої інфраструктури. Міжнародна співпраця має зосередитися на залученні інвестицій, передових технологій та найкращих світових практик сталого розвитку. Бізнес-спільнота повинна переорієнтуватися на впровадження екологічно чистих технологій, забезпечення прозорості ESG-звітності та відповідального ведення бізнесу.

Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на розробку інноваційних механізмів залучення імпорт-інвестицій та створення ефективної системи моніторингу прогресу у досягненні цілей сталого розвитку в умовах післявоєнного відновлення України. Особливу увагу слід приділити розробці методології оцінки довгострокових наслідків військової агресії для екосистем та пошуку шляхів їх відновлення.

#### Список літератури

1. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А. Гуманітарне розмінування України. Аграрні інновації. 2024. №24. С. 232-238. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.24.33>.
2. Кірейцева Г.В. Значення екологічної інформації для стійкого розвитку України. Екологічні науки (Категорія «Б»). 2024. Вип. № 2(53). С. 14-25.
3. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А., Малиновська В.В., Луньова О.В. Державний нагляд за дотриманням вимог природоохоронного законодавства на території Житомирської та Рівненської областей. Екологічні науки. 2024. Вип. 1(52), Т.2. С. 146-150. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.27>

*Батій І.В.,  
здобувач вищої освіти науково-освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Наукові керівники: Шмандій В.М.,  
д.т.н., проф., професор кафедри екології та біотехнологій,  
Харламова О.В.,  
д.т.н., доц., доцент кафедри екології та біотехнологій,  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
[sysad7970@gmail.com](mailto:sysad7970@gmail.com)*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ЕТАПІ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ**

Російська військова окупація України призвела до безпрецедентного погіршення якості життєво важливих ресурсів країни та порушення екологічного балансу, а також до масового руйнування житла та критичної інфраструктури і порушення нормальної діяльності численних підприємств. Ми виділяємо наступні основні чинники формування екологічної небезпеки у результаті бойових дій:

- вибухи і руйнування. Використання артилерії, бомб, мін і снарядів призводить до фізичного руйнування структури ґрунту, що ускладнює використання землі в сільському господарстві або інших цілях;

- хімічне забруднення. Вибухи призводять до викиду в ґрунт токсичних хімічних речовин, включаючи важкі метали (свинець, ртуть, кадмій), залишки вибухових речовин, ракетне паливо, бензин та інші токсичні речовини. Ці хімічні речовини можуть залишатися в ґрунті десятиліттями і поширюватися, впливаючи на здоров'я людей і тварин, що живуть у цій місцевості і далеко за її межами;

- міни та боєприпаси, що не вибухнули. Боєприпаси, що не розірвалися, і наземні міни становлять серйозну загрозу для людей і тварин, і перешкоджають використанню землі навіть після закінчення бойових дій. Очищення таких територій є пріоритетним і невідкладним завданням для відновлення забруднених земель.

- зміна водних режимів. Руйнування інфраструктури, дамб, насипів і каналів призводить до порушення водного балансу, ерозії та деградації ґрунтів, особливо в посушливих регіонах.

- забруднення водних ресурсів. Токсичні речовини, що потрапляють у водойми через ґрунт, можуть забруднювати водойми та знищувати водне життя. Як наслідок, порушуються харчові ланцюги та біорізноманіття, що підвищує місцеві та глобальні ризики для здоров'я.

- руйнування природних оселищ. Ліси, луки та водойми стають полями битв, де гинуть цілі популяції тварин, птахів і рослин. Основний ризик - втрата рідкісних та ендемічних видів, які не можуть швидко адаптуватися до нових умов або знайти нові місця проживання.

- скорочення популяцій тварин. Військові дії можуть призвести до міграції, або загибелі диких тварин через руйнування середовища існування та токсичний вплив наслідків війни.

- забруднення ґрунту. Хімікати, залишки вибухових речовин, важкі метали та нафтопродукти можуть накопичуватися в ґрунті. Забруднені ґрунти втрачають свою родючість, врожайність знижується, а харчові продукти, вирощені на таких ґрунтах, можуть бути токсичними для людини.

- деградація земель. Хімічне забруднення впливає на ґрунтові мікроорганізми, тобто мікрофлору і фауну, які відповідають за родючість ґрунту. В результаті родючість ґрунту значно знижується, зменшується його здатність утримувати воду і підтримувати ріст рослин. Руйнування структури ґрунту призводить до посилення ерозії, особливо на місцевості з помітним перепадом висот. Це ускладнює відновлення рослинності та подальше використання землі. Вторгнення росії призвело до широкомасштабного мінування та забруднення вибухонебезпечними предметами, що потребує первинної оцінки, нетехнічного й технічного обстеження щодо наявності та характеру забруднення [1].

Відновлення пошкоджених та забруднених територій вимагає комплексного підходу: розмінування, очищення земель від токсинів, відновлення інфраструктури та залучення людських ресурсів [2]. Гуманітарне розмінування є початковим етапом, який надає можливість реалізувати наступні кроки з очищення та відновлення забруднених земель. Всього з початку широкомасштабного військового вторгнення російської федерації на території України знешкоджено 539 тис. 785 од. вибухонебезпечних предметів та 2 тис. 965 кг вибухової речовини, у тому числі 3 тис. 699 од. авіаційних бомб [3]. Попри це, розмінування потребують громади, щонайменше 10 областей країни, а близько 30% усієї території залишаються забрудненими вибухонебезпечними предметами. За приблизними підрахунками, у зоні бойових дій не спрацює до 20% снарядів та інших боєприпасів.

На наш погляд, для комплексного вирішення задач забезпечення екологічної безпеки на етапі гуманітарного розмінування потрібно:

- створити Єдиний державний реєстр територій забруднених вибухонебезпечними предметами (ВНП). Реєстр має містити в собі інформацію про ступінь забруднення ґрунтів та водних ресурсів, стан структури ґрунту, розрахунок розміру шкоди внаслідок забруднення земель, питомі витрати на ліквідацію наслідків та інше.;

- створити Єдину систему оповіщення територіальних громад стосовно ВВП, для оперативного обміну інформацією між операторами протимінної діяльності і представниками громад. До цієї системи розробити мобільний застосунок загального використання, для обміну інформацією про ВВП в режимі реального часу;

- розробити єдиний алгоритм поведінки під час виявлення ВВП та порядокповідомлення про виявлені ВВП органів влади, централізовано довести цю інформацію до всіх верств населення;

- впроваджувати наукові розробки в сфері розмінування, розробки програмного забезпечення. Використовувати штучний інтелект, bigdata аналіз та супутникові зображення для дистанційного візуального виявлення ВВП;

- широко використовувати БНТЗ (безпілотний наземний транспортний засіб) та БПЛА (безпілотний літальний апарат) для безпечного та ефективного виявлення/знешкодження ВВП;

- розробляти принципово нову техніку (БНТЗ) та спеціальні мобільні комплекси для розмінування на місці. На зараз переважно використовується механічне розмінування за допомогою трала шляхом підриву ВВП на місці, що викликає додаткове забруднення ґрунтів, повітря, водойм;

- максимально використовувати технологію утилізації, а не знищення ВВП шляхом підриву. Підрив економічно затратний, потребує витрачання тротилових шашок, капсулів-детонаторів, детонуючих шнурів, та сприяє забрудненню навколишнього середовища шкідливими продуктами вибуху. На відміну від підриву, утилізація дозволяє компенсувати витрати на розмінування за рахунок видобутку вторинної сировини[4];

- розробити систему фінансування гуманітарного розмінування шляхом залучення іноземних інвестицій;

- створення в країні ринку послуг з розмінування, з доступом на нього як українського бізнесу, так і міжнародних партнерів;

- залучення коштів територіальних громад, громадських організацій, громадян, суб'єктів господарської діяльності (в разі потреби — подальшої компенсації, часткової або повної, за рахунок державних коштів або податкових пільг);

- залучення заморожених коштів агресора в якості компенсації збитків нашому довкіллю.

Підсумовуючи викладене вище, доцільно згадати ще один аспект. Україна має співвідношення культивованих земель -70,8% та орних земель — 68,5% до загальної площі займаної території [5]. Це найвищі показники в світі. «Це екологічне божевілля, що веде до опустелення... ..ситуація з використанням земель в Україні близька до критичної. Загальна площа сільськогосподарських угідь, які зазнають впливу однієї лише водної ерозії, складає 10,6 млн. га орних земель (32% від їх загальної площі). ...Щорічне зростання площ еродованої ріллі в цілому по Україні сягає 60-80 тис. га.; ...щорічні втрати гумусу становлять 0,65 тонни на 1 гектар, а незадовільний екологічний стан земель є однією з головних причин погіршення стану довкілля»[6]. З урахуванням нашого бажання бути в ЄС, та одночасно негативного ставлення багатьох країн Європи до збуту нашої с/г продукції на європейському ринку, треба вже зараз дивитися в майбутнє та дуже виважено ставитись до процесу відновлення пошкоджених та забруднених територій.

Екологічний стан довкілля України та політична ситуація вже зараз вимагають від нас суттєвого зменшення площі культивованих та орних земель.

#### Список використаної літератури

1. Спільне комюніке. Екологічна безпека. 19 жовтня 2024 року Гельсінкі, Фінляндія. Офіційне інтернет-представництво Президента України. - URL: [https://www.president.gov.ua/storage/j-files-storage/01/31/93/4b8ed85176ce5b42e8dbf681eef15627\\_1729362830.pdf](https://www.president.gov.ua/storage/j-files-storage/01/31/93/4b8ed85176ce5b42e8dbf681eef15627_1729362830.pdf)

2. Міністерство економіки України. Діяльність. Гуманітарне розмінування. - URL: <https://me.gov.ua/Tags/DocumentsByTag?lang=uk-UA&id=675065bf-5c24-4347-a005-4d66359eb6de&tag=GumanitarneRozminuvannia>

3. Оперативна інформація ДСНС щодо ліквідації наслідків ведення бойових дій російською федерацією та щодо роботи піротехнічних підрозділів. Урядовий портал. - URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/operatyvna-informatsiia-dsns-shchodo-naslidkiv-vedennia-boiovykh-dii-rosiiskoiu-federatsiiei-ta-shchodo-roboty-pirotekhnichnykh-pidrozdiliv3112024>.

4. Безпека праці під час утилізації протитанкових мін ТМ-62М, Олег Смирнов. УДК 623.463/457.6:662.151. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/20363/1/36ірник%20конференції%20секція%207%20-%2020917%20стол.%20%28с.%200677-681%29.pdf>

5. Список країн за використанням землі. Вікіпедія. - URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Список\\_країн\\_за\\_використанням\\_землі](https://uk.wikipedia.org/wiki/Список_країн_за_використанням_землі)

6. «Земельна реформа веде Україну не в Європу, а в Латинську Америку» — інтерв'ю з Олексієм Бурковським. Журнал соціальної критики «Спільне». - URL: <https://commons.com.ua/uk/zemelna-reforma-vede-ukrayinu-ne-v-yevropu/>

*Богельський С.В.,  
здобувач вищої освіти ступеня «бакалавр»  
спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво,  
водна інженерія та водні технології»  
Науковий керівник: Козишкурт С.М., к.т.н., доцент,  
доцент кафедри водної інженерії та водних технологій,  
Національний університет водного господарства та природокористування  
[s.m.kozishkurt@nuwm.edu.ua](mailto:s.m.kozishkurt@nuwm.edu.ua)*

### **МЕЛІОРАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ ПІСЛЯВОЄННИХ ЛАНДШАФТІВ**

Воєнні дії в Україні призводять до масштабної деградації земельних ресурсів. Механічні пошкодження ґрунтового покриву, спричинені вибухами та руйнуваннями, а також хімічне забруднення важкими металами, органічними токсикантами та залишками вибухових речовин, зумовлюють значне зниження родючості ґрунтів та порушення природних екосистем. Ці процеси мають тривалі негативні наслідки для сільського господарства, біорізноманіття та здоров'я населення (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив бойових дій на ґрунтовий покрив та екосистеми

Тип впливу	Опис	Наслідки
Механічне пошкодження	Утворення воронок, вирв та деградація родючого шару	Втрата родючості, підвищення ерозії, ускладнення обробки земель
Хімічне забруднення	Накопичення залишків вибухових речовин, важких металів, нафтопродуктів	Токсичність для рослин, ризик для здоров'я людей та тварин
Порушення гідрологічного режиму	Зміна водного балансу та фізико-хімічних характеристик ґрунтів	Порушення дренажу, затоплення, забруднення водоносних горизонтів
Наслідки для біоти та екосистем	Порушення середовища існування для ґрунтових організмів та зниження біорізноманіття	Втрата екосистемних послуг, зниження природної родючості ґрунтів

Наукові дослідження показують, що тривалість й інтенсивність воєнних дій безпосередньо впливають на рівень забруднення ґрунтів. Кумулятивний ефект від постійного надходження забруднюючих речовин призводить до перевищення порогів токсичності та порушення природних процесів самоочищення ґрунтів. Відновлення таких ґрунтів є складним і тривалим процесом, що потребує застосування спеціальних методів очищення та рекультивації, зокрема агротехнічних, гідротехнічних, хімічних, фітомеліоративних заходів і біоремедіації. Ці заходи спрямовані на зменшення токсичності забруднювачів, поліпшення водно-повітряного та сольового режимів, відновлення біорізноманіття і стабілізацію екосистем. Зважаючи на масштаби забруднення, постає необхідність у розробці науково обґрунтованих комплексних меліоративних стратегій.

Метою роботи є обґрунтування підходів до відновлення деградованих ґрунтів, що поєднують традиційні методи меліорації з сучасними технологіями. Такий підхід дозволить не лише відновити родючість ґрунтів, а й забезпечити стійкий розвиток екосистем, запобігаючи подальшій деградації.

**Агротехнічні меліорації.** Внесення органічних і мінеральних добрив є одним із ключових заходів для відновлення родючості ґрунту та забезпечення рослин необхідними поживними речовинами. Органічні добрива, такі як компост або гній, покращують структуру ґрунту, підвищують його водоутримувальну здатність і активізують діяльність ґрунтових мікроорганізмів, що сприяє формуванню здорової ґрунтової екосистеми. Мінеральні добрива, у свою чергу, допомагають відновити баланс макро- та мікроелементів, дефіцит яких може виникати внаслідок руйнування чи забруднення ґрунтового покриву, забезпечуючи рослини необхідними елементами живлення.

**Фітомеліорація та біоремедіація.** Для очищення ґрунтів, забруднених важкими металами та залишками вибухових речовин, використовуються спеціальні рослини, здатні поглинати та накопичувати токсини. Вибір таких рослин здійснюється залежно від типу забруднення та екологічних умов території. Фітомеліорація є екологічно безпечним методом, який одночасно знижує токсичність ґрунтів і стабілізує їхню структуру. Біоремедіація, яка включає очищення ґрунту за допомогою мікроорганізмів або грибів, що розкладають токсичні речовини, також ефективно знижує концентрацію забруднювачів, особливо органічних, таких як нафтопродукти.

**Гідротехнічні меліорації.** Внаслідок бойових дій часто порушується природний водний баланс, що призводить до засух або надлишкової вологості. Гідромеліорація передбачає заходи, що відновлюють нормальний водний режим, забезпечуючи оптимальну вологість ґрунту для його природної відновлюваності. У зонах, де після руйнувань накопичується зайва вода, необхідним елементом є системи відкритого та закритого дренажу. Це важливо, адже надлишкова волога призводить до заболочення, яке негативно впливає на родючість ґрунту. Створення дренажних систем дозволяє контролювати рівень ґрунтових вод, запобігаючи підтопленням та надмірному зволоженню ґрунтів. Для успішного очищення



ґрунтів необхідно враховувати хімічні процеси, що впливають на міграцію металів у ґрунтовому профілі. Метод промивання ґрунтів полягає в переміщенні забруднювачів із зони кореневого шару до глибших шарів, що сприяє зниженню їхньої концентрації у верхньому шарі ґрунту. Зрошення з використанням кальцієвих та магнієвих розчинів забезпечує ефективний обмін іонами, що знижує токсичність забруднень для рослин та мікроорганізмів. Проте, метод потребує великої кількості водних ресурсів і має ризик забруднення ґрунтових вод.

**Хімічні меліорації** у поєднанні з гідротехнічними заходами, забезпечують комплексний підхід до відновлення забруднених ґрунтів. Ці методи передбачають використання спеціальних хімічних речовин для корекції ґрунтових властивостей, що дозволяє знизити токсичність, покращити структуру та відновити родючість. Одним із ключових методів є вапнування – внесення вапна або кальцієвмісних матеріалів для зниження кислотності ґрунту. Після вибухів і хімічного забруднення ґрунту часто характеризуються підвищеною кислотністю, що ускладнює доступність поживних речовин для рослин. Вапнування сприяє відновленню нейтрального рівня рН, покращує структуру ґрунту, стимулює активність ґрунтових мікроорганізмів і знижує токсичність важких металів. Внесення гіпсу (сульфату кальцію) ефективно покращує фізико-хімічні властивості солонцюватих ґрунтів, що можуть формуватися внаслідок забруднення. Гіпсування сприяє витісненню натрію з ґрунтового комплексу, зменшуючи щільність ґрунту та покращуючи його водопроникність. Також використовується підкислення ґрунту шляхом внесення речовин, таких як сірка або сульфати, для відновлення ділянок з надмірною лужністю. Це актуально для територій, де відбулося накопичення лужних речовин, що може погіршувати структуру ґрунту і порушувати його родючість. Для поглинання токсичних речовин та важких металів до ґрунту додаються спеціальні сорбенти, зокрема активоване вугілля, бентоніт і цеоліти. Ці матеріали зв'язують хімічні забруднювачі, запобігаючи їх проникненню в ґрунтові води, що забезпечує екологічну безпеку та придатність ґрунтів для подальшого використання в сільському господарстві.

**Інженерно-геологічні заходи** є важливою складовою відновлення територій після бойових дій, оскільки вибухи та руйнування суттєво змінюють природний рельєф, провокуючи ерозію, зсуви ґрунту та інші форми деградації. До таких заходів належать створення спеціальних інженерних конструкцій для стабілізації ґрунтів і захисту території від подальших руйнувань. Особлива увага приділяється зміцненню схилів, схильних до ерозії та зсувів. Це включає встановлення штучних бар'єрів, таких як кам'яні чи бетонні стінки, а також використання рослинного покриву, що сприяє утриманню ґрунту. Для запобігання подальшій деградації застосовують гідротехнічні заходи, спрямовані на регуляцію водного режиму, зокрема дренажні системи, що зменшують накопичення вологи та ризик розмивання ґрунтів.

Роботи з відновлення структурних властивостей ґрунтів, що зазнали серйозних пошкоджень під час бойових дій, можуть включати **рекультивуацію**. Це комплексний процес відновлення території, метою якого є повернення пошкодженої землі до стану, придатного для сільськогосподарського або лісогосподарського використання. Етапи рекультивації включають видалення забруднюючих речовин, поліпшення структури ґрунту та застосування інших меліоративних заходів для відновлення природних властивостей. Таблиця 2 дозволяє зробити практичні висновки щодо обґрунтування комплексу меліоративних заходів для відновлення деградованих земель.

Таблиця 2. Меліоративні заходи для відновлення ґрунтів

<b>Заходи</b>	<b>Опис</b>	<b>Ціль та результати</b>
<b>Агромеліорація</b>	Внесення органічних і мінеральних добрив, сівозміна, фітомеліорація для стабілізації та очищення ґрунтів	Відновлення родючості, покращення структури ґрунту
<b>Фітомеліорація та біоремедіація</b>	Використання рослин, грибів, мікроорганізмів для очищення ґрунтів від хімічних забруднювачів	Зниження токсичності, відновлення екологічної безпеки ґрунтів, відновлення біорізноманіття
<b>Гідромеліорація</b>	Поліпшення водного режиму, осушення надлишкової вологи, зрошення, промивання ґрунту, створення систем дренажу	Запобігання затопленням, оптимізація вологості для підвищення родючості, зниження токсичності ґрунту
<b>Хімічна меліорація</b>	Вапнування, гіпсування, кислування, сорбція та нейтралізація забруднювачів	Корекція кислотності, покращення структури, зниження токсичності
<b>Інженерно-геологічні заходи</b>	Стабілізація рельєфу, відновлення структури ґрунтів, особливо в зонах з високим рівнем руйнувань	Зменшення ерозії, відновлення природних характеристик ґрунту

Комплексний підхід до меліорації ґрунтів, забруднених внаслідок воєнних дій, є необхідною умовою для відновлення екологічної рівноваги та стабільності постраждалих територій. Застосування сучасних меліоративних технологій дозволяє не лише відновити родючість ґрунтів, але й створити умови для відродження біорізноманіття та відновлення природних екосистем.

*Язловецький Д. Я.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Валерко Р. А.,  
к.с.-г.н., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет "Житомирська політехніка",  
tzns40m\_yadya@student.ztu.edu.ua*

## **СТАН НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Полтавська область розташована в центральній частині України та займає важливе місце в економіці країни завдяки своїм природним ресурсам і сільськогосподарському потенціалу. Однак інтенсивна господарська діяльність у регіоні негативно впливає на стан навколишнього природного середовища, що спричиняє серйозні екологічні проблеми. Ці проблеми впливають на якість життя населення та потребують ефективних заходів для їхнього вирішення. Стан навколишнього природного середовища в області залишається відносно стабільним і доволі прийнятним. Разом з тим, потребують вирішення основні екологічні проблеми області.

Однією з найактуальніших екологічних проблем Полтавської області є забруднення атмосферного повітря. Основними джерелами викидів є промислові підприємства, транспорт, а також сільськогосподарська діяльність. Зокрема, в області розташовані підприємства, що виробляють добрива, хімічні сполуки, а також переробляють нафту й природний газ. Під час їхньої роботи в атмосферу виділяються оксиди азоту, вуглецю та сірки, аміак, а також важкі метали, що значно погіршують якість повітря. Забруднення спричиняє розвиток респіраторних захворювань серед місцевого населення, особливо в містах, де концентрація промислових об'єктів є найбільшою.

Полтавська область багата на річки, найважливіші з яких – Ворскла, Псел, Сула та Дніпро. Однак стан цих водних об'єктів є загрозливим через скиди промислових і побутових стічних вод, а також нераціональне використання водних ресурсів у сільському господарстві. Основними забруднювачами є сільськогосподарські підприємства, які використовують хімічні добрива та пестициди. Ці речовини змиваються з полів і потрапляють у річки, спричиняючи евтрофікацію води, що призводить до масового розмноження водоростей і зниження рівня кисню у воді. Це явище негативно впливає на водну флору та фауну, зокрема на риби запаси, що також має економічні наслідки для рибальства.

Одною з проблем обласного рівня є впродовж багатьох років руйнування берегової лінії Кременчуцького водосховища внаслідок водної абразії є однією з ключових проблем. За період експлуатації водосховища внаслідок вітрохвильового навантаження та різких змін рівнів води майже по всій довжині берегової лінії відбувся більш або менш значний розмив і утворення пологих підводних мілин або крутих обривистих берегових уступів. Найбільшого руйнування зазнають береги поблизу населених пунктів Васківка, Пронозівка, Мозоліївка, Градизьк та Максимівка Кременчуцького району. Берегообваллення захвачує рілльні землі, лісозахисні насадження, присадибні ділянки, створюється загроза руйнування житлових будинків та підсобних будівель в цих населених пунктах. Внаслідок переформування берегів вже втрачено більше 800 гектарів земельних угідь. За рік втрачається 3 – 4 м берегової лінії, а на окремих ділянках – до 7 м. В межах Полтавської області близько 47 кілометрів берегів Кременчуцького водосховища піддані водній абразії. Для завершення укріплення берегової лінії Кременчуцького водосховища в с. Мозоліївка Кременчуцького району необхідно виділити 38,200 тис. грн з Фонду охорони навколишнього природного середовища Полтавської області у 2024 році.

Проблеми міст обласного значення: сезонне погіршення якості поверхневих вод в районі водозабору м. Кременчук: через інтенсивне обваллення берегів Кременчуцького водосховища створюються нові мілководдя, на яких у спекотну погоду відбуваються природнотехногенні процеси, що призводить до забруднення води у водоймі та інших небажаних явищ. У районі водозабору м. Кременчук сезонні відхилення (рівень кисню знижується, вміст марганцю підвищується) спостерігаються у літні місяці при високих температурах повітря та швидкостях вітру до 2 м/хв. у глибинних пробах води (забірний оголовок розташований на дні Кременчуцького водосховища на глибині майже 14 м). Єдиним джерелом питного водопостачання для населення м. Кременчук є Кременчуцьке водосховище. Літній період дуже складний для системи водопостачання міста, протягом якого якість питної води має граничні показники. Зазначене безпосередньо пов'язано з погіршенням якості води у Кременчуцькому водосховищі. Проблему також необхідно вирішувати на загальнодержавному рівні: потрібна розробка комплексних загальнодержавних заходів для попередження фактів періодичного погіршення якості води Кременчуцького водосховища та ведення постійного моніторингу (за допомогою автоматизованих постів спостереження) якості поверхневих вод зі своєчасним прийняттям управлінських рішень.

Значної шкоди земельним ресурсам завдають ПрАТ «Полтавський гірничозбагачувальний комбінат», ТОВ «Сривіський гірничо-збагачувальний комбінат», ТОВ «Біланівський гірничо-збагачувальний

комбінат», ПАТ «Укртатнафта» Регіональна доповідь 2023 Департамент екології та природних ресурсів 77 (нафтопереробний завод) – внаслідок специфіки технології виробництва, з підприємств енергетичного комплексу – Кременчуцька ГЕС, – водами Кременчуцького водосховища інтенсивно розмивається берег на території Кременчуцького району.

Сільське господарство є однією з основних галузей економіки Полтавської області, однак інтенсивне землеробство спричиняє деградацію ґрунтів. Застосування мінеральних добрив та пестицидів призводить до накопичення токсичних речовин у ґрунтах, а також до зниження їхньої родючості. Крім того, в області спостерігається ерозія ґрунтів, особливо в районах з інтенсивним землеробством. Це не лише знижує продуктивність сільського господарства, але й збільшує ризик забруднення річок, оскільки ерозійні процеси сприяють змиву ґрунтів у водні об'єкти.

Проблеми, вирішення яких не вимагає залучення значних матеріальних (фінансових) ресурсів: у Полтавській області розорано майже 62% території, більше, ніж в середньому по Україні (близько 55 %). З метою зменшення виснаження орних земель та збереження родючого шару ґрунту, сільськогосподарським підприємствам необхідно ретельно дотримуватися сівозмін під час вирощування сільськогосподарських культур (особливо стосується соняшнику, кукурудзи, рапсу, тощо).

Для вирішення проблеми необхідно впроваджувати заходи для відновлення ґрунтового покриву, включаючи зміну методів обробки земель, зменшення використання хімічних засобів та застосування органічних добрив. Важливим є також розвиток технологій для запобігання ерозії ґрунтів.

Однією з ключових проблем Полтавської області є утилізація побутових та промислових відходів. Багато звалищ не відповідають екологічним стандартам, що спричиняє забруднення ґрунтів і підземних вод, особливо на старих і нелегальних полігонах. Рівень переробки відходів у регіоні залишається низьким, що вимагає впровадження сучасних технологій для сортування, переробки та утилізації відходів. Без відповідних заходів накопичення сміття може призвести до серйозних екологічних та санітарних проблем. Станом на початок поточного року, налічувалось близько 523 сміттєзвалищ, загальною площею, при цьому паспортизовано лише 85 (близько 16%), тобто 438 сміттєзвалищ є несанкціонованими. Станом на початок року на паспортизованих (офіційних) сміттєзвалищах накопичилось близько 10 млн т побутових відходів. Кількість відходів (побутового сміття) на несанкціонованих сміттєзвалищах – невідома. Несанкціоновані (стихийні) сміттєзвалища у більшості випадків з'являються поблизу населених пунктів, на узбіччях доріг, поблизу сільськогосподарських угідь, на берегах річок, озер та ставків, у лісах та лісосмугах, по схилах балок, у ярах тощо і становлять велику небезпеку для життя та здоров'я людей, стану довкілля та окремих його компонентів.

Полтавська область має значні лісові масиви, що виконують важливу екологічну функцію – вони є середовищем існування для багатьох видів рослин і тварин, а також забезпечують регулювання водного балансу й зниження ерозії. Проте, через вирубку лісів і браконьєрство біорізноманіття регіону опиняється під загрозою. Порушення екологічної рівноваги призводить до зникнення рідкісних видів флори та фауни, що негативно впливає на екосистему в цілому.

Вирішення екологічних проблем Полтавської області потребує комплексного підходу, що включає посилення контролю за діяльністю промислових підприємств, впровадження екологічно безпечних технологій у сільському господарстві, а також розвитку системи утилізації відходів. Важливим кроком є екологічна освіта населення, спрямована на підвищення рівня усвідомлення важливості збереження природних ресурсів та необхідності зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Також слід продовжувати здійснювати моніторинг екологічного стану регіону, розробляти та впроваджувати програми для зниження забруднення повітря, води та ґрунтів. Лише за умов реалізації ефективних екологічних заходів Полтавська область зможе зберегти свої природні багатства та забезпечити здорове середовище для наступних поколінь.

#### **Список використаної літератури**

1. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Gnatuk B. Assessment of the ecological state of rural settlements by indicators of drinking water quality in the context of sustainable development. *Journal Environmental Problems*. 2024. № 9(1). P. 28-34

2. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А., Малиновська В.В., Луньова О.В. Державний нагляд за дотриманням вимог природоохоронного законодавства на території Житомирської та Рівненської областей. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1(52), Т.2. С. 146-150.

3. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Устименко В.І., Шацilo Є.Г. Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між захворюваністю населення та якістю питної води джерел нецентралізованого водопостачання. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1 (52), Т.2. С. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.4>

4. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Pokshevnytska T., Lukianova V. Environmental safety of drinking water supply in rural settlement areas. *Екологічні науки*. 2023. №6(51). С. 33-38. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.5>

*Щербаков О.Л.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 015 «Професійна освіта (Аграрне виробництво,  
переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології)»  
Науковий керівник: Курепін В.Н.,  
канд.екон.наук, доцент, доцент кафедри методики професійного навчання,  
Миколаївський національний аграрний університет  
kypins@ukr.net*

## **ПРОЄКЦІЇ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ**

У світі є держави, які вже пережили воєнні конфлікти, відновила економіку, стали сильними та незалежними. Єдине, що нагадує про війну в цих країнах, це мінна небезпека. Наприклад, війна у Хорватії завершилася ще у 1995-му, із 25 відсотків території держави (13 тисяч км<sup>2</sup>), які були забруднені небезпечними предметами, на сьогодні не очищено 3 відсотка. Їх знешкоджають до 2026 року, тобто через 30 років після завершення війни.

Балканський досвід, і не тільки, дозволяє Україні оцінити масштаби майбутнього розмінування. За розрахунками провідних міжнародних гуманітарних організацій, діяльність яких спрямована на забезпечення безпечного майбутнього, Україна стала найзамінованішою країною у світі. Ми випередили такі держави, як Афганістан та Сирія, В'єтнам та Камбоджі.

За даними Європейської бізнес-асоціації, в Україні забруднено вибухонебезпечними предметами понад 30% країни (170 тисяч км<sup>2</sup>). За площею це Хорватія та Австрія разом, а скільки такої території буде після завершення війни, поки що сказати неможливо.

Гуманітарне розмінування, це глобальний проєкт, який визначає логіку повоєнного розвитку забруднених територій. Воно є обов'язковим етапом по створенню умов для відновлення соціальної та інженерної інфраструктури [1]. Уряд країни визнає важливість цього завдання: створено Міжнародний центр розмінування та розроблена Державна протимінна стратегія. Розглянемо таку політику у п'яти проєкціях:

1. Мінне картографування. Гуманітарне розмінування потребує алгоритму дій, які полягають у дослідженні території країни, виявленні ділянок з вибухонебезпечними предметами та нанесенні необхідної інформації на карти. По-перше, картографують чисті та заміновані ділянки, Далі маркують забруднені території на сумнівні, з імовірною присутністю вибухової речовини, потім забруднені, де вони точно виявлені та чисті.

Після цього визначають пріоритетність знешкодження [2]. На території та об'єкти, які визнані пріоритетними «заходять» сертифіковані компанії з розмінування. Для створення умов повернення людей та старту бізнес-активності, компанії починають свою діяльність із соціальної, логістичної та інженерної інфраструктури.

Зрозуміло, що економічне та інфраструктурне планування залежить від результатів якісного картографування. Після війни ця соціально значуща інформація стане публічною [3]. За оцінками експертів, наразі для розмінування, нараховане біля 40 тисяч км<sup>2</sup>, п'ята частина забруднених площ України. Йдеться річ про території, віддалені на 20+ км від лінії фронту або лінії зіткнення.

Існуючі підрахунки забруднених територій є досить умовними. Зауважимо, таких територій та замінованих площ, з урахуванням війни, що триває, стане ще більше. Потрібно враховувати і складності, які пов'язані з хаотичним мінуванням [4]. Скоріш всього, як це передбачено міжнародними протоколами, ворог точно не надасть для розмінування свої карти мінних полів. Крім того, величезну кількість мін встановлювали без карток.

2. Бюджетні та технологічні горизонти. Кардинально різняться експертні оцінки щодо фінансових витрат, необхідних для розмінування. На думку провідних економістів, з урахуванням усіх показників: вартості очищення квадратного метра; площі розмінування пріоритетних, сільськогосподарських угідь, загальна сума буде становитиме \$510 млрд. За оцінками Світового банку, станом кінець 2024 року вартість комплексу гуманітарного розмінування буде становити для України \$39,6 млрд. Міноборони України оцінили витрати у \$1,5 млрд. Мінекономіка вважає, що виділених у 2024 року 2 млрд грн вистачить на розчистку 200 000 га полів та сільських територій. Щодо експертів, їхні прогнози до термінів близькі – для розмінування 80 відсотків територій достатньо буде біля 10 років, за достатнього фінансування та наявності необхідного обладнання.

3. Оптимізація та масштабування системи навчання. Вітчизняна саперна школа вважається однією з найкращих у світі. Центр гуманітарного розмінування був створений ще у 2003-ому році на базі ДП «Укроборонсервіс». З 2010-го це Імплементований партнер Протимінної служби ООН (UNMAS).

Українські фахівці гуманітарного розмінування пройшли школу в Сомалі, Афганістані, Іраку, Лівії, вони здатні масштабувати систему навчання саперній справі. Враховуючи обставини сьогодення, ми маємо в разі збільшити кількість суб'єктів у галузі гуманітарного розмінування.

Зараз в Україні сертифіковане достатня кількість операторів протимінної діяльності. Процес сертифікації національного протимінного оператора триває, загалом до гуманітарного розмінування залучено більше трьох з половиною тисяч осіб, до кінця року їх буде на дві-три тисячі більше.

Розрахункове фінансування має три джерела: а) держбюджет; б) приватні інвестиції; в) міжнародні донори. Взагалі створення невеликої компанії у галузі гуманітарного розмінування, це дороге задоволення (первинні інвестиції становлять близько \$500 тисяч). Обладнання та обмундирування для 10 саперів тягне на \$100 000. Ціна гуманітарного розмінування не може бути низькою.

Важливо розуміти, що для приватних компаній та міжнародних структур гуманітарне розмінування, це переважно бізнес-поле. Справа в тому, що гуманітарне розмінування суттєво відрізняється від бойового чи оперативного, яким займаються державні структури. Сапери з Міноборони, СБУ та ДСНСУ орієнтуються на упізнання вибухових речовин, з подальшим їхнім знешкодженням. Фокус же гуманітарного розмінування, це дослідження тисяч квадратних кілометрів, проте процес знешкодження не є в цьому напрямі ключовим. Підготовка кадрів для будь якого розмінування повинна забезпечувати вивчення: а) боєприпасів та вибухових речовин радянських часів; б) сучасних боєприпасів та вибухових речовин; в) боєприпасів, які були виготовлені у десятках різних країн світу.

4. Технологічні інновації. Гуманітарне розмінування відкрило в Україні колосальний ринок товарів та послуг. Річ про внутрішнє виробництво та імпорт саперного екіпірування, безпілотних механізованих машин, спеціальних БПЛА, техніки з броньованої та супутніх сервісних послуг. Україні потрібні критичні технології, насамперед, у частині точної ідентифікації вибухонебезпечних предметів. Потрібно це для забезпечення замкнутого циклу виробництва основних позицій по розмінуванню.

Застосування принципово нових боєприпасів в Україні вимагає створення відповідних протоколів (у світі немає досвіду, який можна використовувати), які підтверджені практикою технології. Найочікуваніші - галузь систем дистанційного сканування поверхні. На думку експертів, таке прискорить процес розмінування у десятки разів.

5. Безпечний формат життя за мінної загрози. Реалії, у яких потрібно навчитися безпечно існувати, це життя за постійної мінної загрози. Особливо важливе питання - забезпечення інформування основних цільових аудиторій щодо правил поведінки з вибухонебезпечними предметами. Згідно Закону України «Про протимінну діяльність в Україні» важливо налаштувати систему освіти та навчити для збереження життя та здоров'я громадян практичним навичкам. Потрібні тренери, експерти, які здатні доносити аудиторії про те, що і за яких умов протиставити мінній загрози; правила безпеки на територіях, де ймовірно чи точно є вибухонебезпечні предмети.

Отже, не треба чекати на завершення війни, комунікацію по розмінуванню треба будувати вже сьогодні. Для мільйонів українців, мешканців територій, де не ведуться бойові дії мінна небезпека є актуальною. Швидко ліквідувати таку небезпеку неможливо, але зробити так, щоби на мінах перестали гинути наші люди разом ми зможемо.

#### Список використаної літератури

1. Ivanenko V. Technological load on the natural environment of the Mykolaiv region: problems, solution ways. Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м.Київ, 22-23 березня 2024 р.). Київ, 2024. С. 146-148. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18868>.

2. Іваненко В. С., Курепін В. М. Реалізація заходів цивільного захисту у реформах місцевого самоврядування // Екологічні та соціальні аспекти розвитку економіки в умовах євроінтеграції : матеріали Х всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 25-27 жовтня 2023 року). Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 265-268. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15758>.

3. Дідняк А. В. Міжнародний досвід визначення територій, що потребують підтримки регіонального розвитку // Інформаційно-психологічна та техногенна безпека: історичні аспекти, особливості захисту суспільства та особистості : тези доповідей за результатами тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 9 грудня 2022 р. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 15-18. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12065>.

4. Курепін В. М., Курепін В. М. Безпека в умовах війни: виклики та загрози, шляхи вирішення. Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України : матеріали Х всеукраїнської заочної науково-практичної конференції. Київ : УДУ імені Михайла Драгоманова, 2024. С. 74-75. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17493>.

*Бондарчук Ю.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Мельник-Шамрай В.В.,  
к. с-г. н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[bondarchuk533@gmail.com](mailto:bondarchuk533@gmail.com)*

## **ОСОБЛИВОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ**

У 20 столітті наша планета зіткнулася із серйозною проблемою: діяльність людини спричинила стрімке погіршення стану екології, що вимагало комплексних та послідовних рішень, а в 21 сторіччі одним з основних факторів погіршення стану навколишнього середовища є його забруднення внаслідок відходів діяльності людини. Загалом система управління відходами в Україні характеризується такими тенденціями[1]: 1) накопичення відходів як у промисловому, так і побутовому секторі, що негативно впливає на стан навколишнього середовища і здоров'я людей; 2) здійснення неналежним чином утилізації та видалення небезпечних відходів; 3) розміщення побутових відходів без урахування можливих наслідків; 4) неналежний рівень використання відходів як вторинної сировини; 5) неефективність впроваджених економічних інструментів.

Загострення кліматичної кризи є одним з основних викликів людства, і одним з ключових факторів погіршення ситуації є постійно зростаюча кількість відходів, що населення планети утворює щодня. На сьогоднішній день проблема утилізації відходів постає особливо гостро, зокрема, електронні відходи (також відомі як відходи електричного і електронного обладнання, ВЕЕО) потребують особливого підходу.

ВЕЕО мають унікальну особливість серед усіх типів відходів – вони є джерелом цінних ресурсів, а в ряді випадків можливе їх повторне використання. В той же час ряд компонентів є шкідливим для людей та довкілля, що вимагає спеціальних умов роботи. Саме тому важливо налагодити роботу з даним типом відходів та ланцюжок від утворення до утилізації.

В багатьох розвинених країнах, зокрема країнах Європейського Союзу, діють жорсткі норми поводження з відходами, в тому числі і електронними. Поширена практика ремонту та повторного використання застарілих пристроїв, зокрема як джерела запчастин. Діють системи заохочень для виробників, продавців та споживачів. Крім того, галузь переробки відходів в цих країнах добре розвинена, має високу капіталізацію і забезпечує велику кількість робочих місць. Таким чином не тільки вирішується питання утилізації відходів, приватні та державні компанії отримують вигоду від дотримання правил, а населення цих країн забезпечується роботою.

Ситуація з відходами та ВЕЕО зокрема в Україні є доволі складною. Отримана у спадок радянська промисловість, що була непридатною до новітніх екологічних практик, відсутність реформ впродовж тривалого часу, централізація галузі та низька культура споживання – усе це сприяло погіршенню стану довкілля і накопиченню великої кількості відходів. Лише після укладання Угоди про асоціацію з ЄС було зроблено перші дійсні кроки до покращення ситуації.

З початком повномасштабного вторгнення питання поводження з електронними відходами відійшло на другий план. Управління відходами за умов війни є надзвичайно складним завданням і потребує певних змін, однією з яких повинна стати децентралізація та створення відповідної, стійкої до викликів війни інфраструктури: замість двох-трьох великих підприємств, що займаються сортуванням та переробкою ВЕЕО, необхідно створити безліч дрібних підприємств, кожне з яких виконуватиме лише певну задачу. Іншою важливою задачею є просвітлення населення щодо важливості правильного поводження зі сміттям, в першу чергу сортування – адже найголовнішою задачею галузі на сьогодні є якнайшвидше скорочення кількості відходів.

Так як електронні відходи містять компоненти, необхідні в багатьох галузях (дорогоцінні метали, рідкоземельні елементи тощо), логічним кроком є максимально можливий рівень використання цих відходів як джерел сировини. Збройні Сили України наразі потребують величезної кількості новітнього обладнання та зброї, для виготовлення яких необхідні такі компоненти. Саме тому потрібно налагодити співпрацю військово-промислового комплексу та галузі переробки електронних відходів для хоча б часткового забезпечення потреб в матеріалах.

Список використаної літератури

1. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80> (дата звернення: 28.10.2024).

2. Пацева І.Г., Нонік Л.Ю. Стратегічний аналіз передумов впровадження логістичних підходів у систему управління відходами на регіональному рівні. Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 2(53). С. 77-83.

*Вергелес А.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технологія захисту навколишнього середовища»  
науковий керівник: Демчук Л.Л.,  
к.пед.наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка», м.Житомир*

## **ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД КОРОСТЕНСЬКОГО ЗАВОДУ ПРАТ «ЯНТАР»**

Згідно з Водним кодексом України, стічна вода – вода, що утворилася в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім шахтної, кар'єрної і дренажної води), а також відведена з забудованої території, на якій вона утворилася внаслідок випадання атмосферних опадів.

Стічні води підприємств різних галузей виробництва відрізняються за характером і концентрацією забруднень. В залежності від походження та складу забруднювальних речовин (домішок) стічні води поділяються на чотири основні категорії: господарсько-побутові, промислові (виробничі), сільськогосподарські та дощові стічні води, що стікають з території виробничих об'єктів та населених пунктів у результаті випадання атмосферних опадів чи поливання вулиць. Стічні води забруднені різними домішками: мінеральними, органічними, а також містять патогенні (хвороботворні) мікроорганізми. У стічних водах зазвичай близько 60% речовин органічного походження, до цієї ж категорії органічних відносяться біологічні (бактерії, віруси, гриби, водорості).

Основними джерелами забруднення і засмічення водоймищ є недостатньо очищені стічні води промислових і комунальних підприємств, крупних тваринницьких комплексів, відходи виробництва при розробці рудних копалин; води шахт, рудників, пестициди.

Забруднюючі речовини, потрапляючи в природні водоймища, призводять до якісних змін води, які, в основному, виявляються в зміні фізичних властивостей (зокрема, поява неприємних запахів, присмаків), у зміні хімічного складу (зокрема, поява в ній шкідливих речовин), в наявності плаваючих речовин на поверхні і відкладанні їх на дні водоймищ.

Неочищені стічні води промислових підприємств впливають на колір, запах і присмак води, порушують кислотно-лужний баланс середовища. Нафтопродукти, рослинні і тваринні жири при попаданні в річки і озера утворюють на поверхнях водойм плівку, яка перешкоджає збагаченню води киснем.

Виробничі стічні води різних галузей промисловості істотно відрізняються як за складом забруднюючих речовин, так і за їх концентраціями.

Виробничі стічні води утворюються в результаті технологічних процесів. Якість стічних вод і концентрація забруднюючих речовин визначаються видом виробництва й вихідної сировини, режимом технологічних процесів. Наприклад, на металобробних підприємствах виробничі стічні води забруднені мінеральними речовинами. Харчова промисловість дає забруднення органічними домішками. Більшість підприємств має забруднення стічних вод 7 як мінеральні, так й органічні у різних співвідношеннях. Концентрація забруднень стічних вод різних підприємств неоднакова. Вона коливається в доволі широких межах залежно від витрати води на одиницю продукції, вдосконаленості технологічного процесу й виробничого встаткування. Концентрація забруднень у виробничих стічних водах може сильно коливатися протягом години й залежить від ходу технологічного процесу в окремих цехах або на підприємстві в цілому. Нерівномірність припливу стічних вод й їхньої концентрації у всіх випадках погіршує роботу очисних споруд й ускладнює експлуатацію.

Для очищення стічних вод від забруднюючих речовин застосовують механічні, фізико-хімічні, хімічні та біологічні методи. Вибір методу очищення води в кожному конкретному випадку визначається джерелом і характером забруднення, площею забруднення, кількістю забруднювача і т.д. З механічних методів практичне значення мають відстоювання, центрифугування і фільтрування, з фізико-механічних – флотація, сорбція, а з хімічних – озонування.

Нафтопродукти, які прибувають в грубодисперсному (краплинному) стані, витягають шляхом механічного очищення, на основі гравітаційного поділу матеріалів. Внаслідок цього необхідне доочищення, щоб позбутися важких забруднень. В механічній очистці використовують такі споруди як фільтри, рослинні смуги, гідроциклони, решітки, відстійники, сита, пісколовки, гідроциклони. Споруди механічного очищення затримують основну масу супутніх забруднень мінерального походження (пісок, земля, та ін.), захищаючи від зносу і забивання наступні пристрої і споруди. Грати застосовуються для видалення великих завислих часток і встановлюються на шляху руху стічних вод. Для видалення більш дрібних завислих часток застосовують сита, отвори яких залежать від вловлюваних домішок і складають 0,5 - 1 мм. Грати підрозділяються за способом їх очищення від осілих на них забруднень на найпростіші,

які очищаються ручним способом, і механічні, очищення яких проводиться за допомогою механічних пристроїв.

Пісколовки (піщані фільтри), принцип дії яких заснований на зміні швидкості руху твердих важких частинок в потоці рідини, призначені для видалення з стічних вод механічних домішок розміром більше 0,25 мм (піску, окалини). Піщані фільтри встановлюються на поверхні і під землею, при цьому обов'язковим є пристрій конструкції для попереднього очищення поверхневих стоків від завислих часток і нафтових плівок. Як показує досвід застосування, пісколовки здатні затримувати 65-75% всіх мінеральних забруднюючих речовин, що містяться в стічних водах. Регенерація горизонтальних піщаних фільтрів здійснюється насосом: відкачують пісок з приямка. Відстійники або акумулюючі резервуари поділяються на горизонтальні і вертикальні. Вертикальний відстійник з центральною трубою для впуску води складається з циліндричної і конічної частин, і центральної труби для впуску води. Остання модифікація вертикальних відстійників – радіальні відстійники, відрізняються радіальною конфігурацією і наявністю скребкового механізму. Ємність відстійників найчастіше розраховується на 1,5 год, під час якої випадає 40-60% завислих речовин. Ефективність очищення можна підвищити, збільшуючи швидкість осадження частинок шляхом їх укрупнення коагуляцією і флокуляцією або зменшенням в'язкості води нагріванням.

Відстійники мають низький ступінь очищення і в ЛОС застосовуються для запобігання наслідків залпових викидів. Відстійники так само використовуються для попереднього очищення перед біологічними методами очищення або як доочищення після них. Нафтоловушки використовують для механічного очищення стічних вод від нафтопродуктів, здатних до гравітаційного відділення (спливання), і від осаджених твердих механічних домішок. Швидкість руху стічних вод в нафтоловушці становить 0,005 - 0,01 м / с, при цьому спливає 96 - 98% частинок розміром 80 - 100 мкм.

У сучасному світі використовуються різні варіанти конструкцій і модифікацій апаратів тонкошарового відстоювання. На практиці застосовуються дві принципово різні конструкції: з перехресним рухом потоку води і виділеного осаду, і з протиточнопрямоточним. У конструкції блоків з перехресної схемою існує певна перевитрата фільтруючого матеріалу. Блоки в протиточно-прямоточних схемах позбавлені даного недоліку. Тому можуть виготовлятися практично з будь-якого тонкого матеріалу.

Водним законодавством забороняється скидати у водні об'єкти неочищені до встановлених нормативів дощові, талі та поливмийні води, організовано відводяться з житлових територій і майданчиків. Водний баланс території мийки автомобілів формується внаслідок взаємодії складових його показників, тобто обсяги зливого стоку, обсяг інфільтрації і величини випаровування, які впливають на зміни запасів вологи на водозборі. Локальні очисні споруди, на які надходить акумульована на території автомийки стічна вода, виконують роль конструкцій, що дозволяють зберегти екологічний баланс. При виборі очисної споруди необхідно враховувати екологічні вимоги по ступеню очищення поверхневих стоків, надійність споруд, ступінь його апробації, а також природно-кліматичні, гідрологічні та ґрунтові умови території будівництва.

В Україні наразі існує прогалина у законодавстві з нормування гранично допустимих концентрацій (ГДК) та орієнтовно-безпечних рівнів впливу забруднюючих речовин, що скидаються у рибогосподарські водойми (на підставі розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 січня 2016 року № 94-р. СанПіН 4630-88 «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення» не застосовується на території України). На підприємстві передбачено систему скидання стічних вод у власну каналізацію, для чого використовується септик і градирня, а очищення відпрацьованої води буде проводитися на очисних спорудах. Також буде запроєктовано новітній підхід до очистки та використання відходів стічних вод, як альтернативного джерела енергії,

Отже, використання оборотного водопостачання з локальною системою очистки стічних вод дозволять не тільки зменшити кількість скидів в навколишнє середовище забруднених стічних вод, а й скоротити обсяг споживаної води. Крім того, відходи, а саме нафтошлам здається на утилізацію, що збільшує річний прибуток.

#### Список використаної літератури

1. Л. І. Демчук, І. Г. Пацева, О. Л. Герасимчук, І. Ю. Циганенко-Дзюбенко. Екологічний підхід до освіти студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технологія захисту навколишнього середовища». Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. № 4 (493) 2023. с.184-192.
2. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Pokshevnytska T., Lukianova V. Environmental safety of drinking water supply in rural settlement areas. Екологічні науки. 2023. №6(51). С. 33-38. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.5>
3. Demchuk L.I., Patseva I.G., Kireitseva H.V., Kalenska V.P., Tsyganenko-Dziubenko I.Y. A mechanism for ensuring environmental safety in the face of modern challenges and threats. Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities : колективна монографія. Scientific monograph. Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach. 2023. pp. 141-151, 286 p.



Щербак І.М.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Гребенюк Т. В.,  
к.т.н., доцент, доцент кафедри геоінженерії НН ІЕЕ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
polklokinret331@gmail.com

## ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ ТА ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ, СПРИЧИНЕНЕ ВІЙНОЮ

Забруднення залишається нагальною екологічною проблемою для України, особливо щодо якості води та ґрунтів. Ця проблема стає ще гострішою в умовах сучасних екологічних викликів. Основними джерелами забруднення в Україні є промислові діяльності, сільське господарство, комунальні відходи та незаконне сміттєзвалище. Крім того, значний внесок у деградацію навколишнього середовища несуть наслідки військових дій, такі як залишки військової техніки, хімічні речовини та нерозірвані боєприпаси.

Водні ресурси України значно постраждали від різних джерел забруднення, включаючи промислові відходи, агрохімікати та побутові відходи. Війна додає нові забруднювачі у водні об'єкти, зокрема залишки військової техніки, вибухові речовини та хімічні елементи від снарядів. Основними забруднювачами води є важкі метали, нафтопродукти, пестициди, мікропластики та токсичні залишки від військових дій. Ці речовини погіршують якість води та загрожують водним організмам. Забруднення води становить серйозні ризики для здоров'я людей та тварин. Накопичення токсичних речовин і хімікатів у водних джерелах сприяє збільшенню кількості захворювань, таких як рак, інфекційні та токсикологічні розлади.

Забруднення ґрунтів в Україні відбувається через використання пестицидів, гербіцидів, промислові відходи, кислотні дощі та побутові відходи. Війна додає до ґрунту додаткові забруднювачі, включаючи залишки військової техніки, важкі метали та хімічні речовини від снарядів. Накопичення токсичних речовин, зокрема важких металів і військових забруднювачів, призводить до виснаження та деградації ґрунту, що, у свою чергу, знижує його родючість, продуктивність сільського господарства та якість врожаю. Забруднені ґрунти також становлять екологічні ризики для тварин. Уживання тваринами забрудненої їжі або води призводить до погіршення їхнього здоров'я, зниження імунітету та зменшення популяції.

Законодавчі ініціативи України спрямовані на зменшення промислових викидів, регулювання використання агрохімікатів та заборону певних шкідливих речовин. Крім того, ці закони посилюють моніторинг та контроль за впливом військових дій на навколишнє середовище. Технологічні рішення відіграють важливу роль у боротьбі із забрудненням. Сучасні фільтраційні технології, системи очищення води та біотехнології є важливими для очищення забруднених ґрунтів і води, уражених військовими діями. Екологічна освіта залишається важливим інструментом для підвищення обізнаності громадськості щодо цінності природних ресурсів та необхідності зменшення забруднення. Цей підхід важливий як у мирний час, так і під час воєнних дій для просування сталих екологічних практик.

Партнерства між Україною, Європейським Союзом та міжнародними організаціями є важливими для адаптації до європейських стандартів якості води та ґрунтів. Ці партнерства також підтримують проекти з відновлення навколишнього середовища, особливо в зонах, уражених військовими діями. Фінансування та гранти від таких організацій, як ЄС, ООН та інших, є важливими для підтримки екологічних проектів України. Зокрема, ці ресурси сприяють реалізації програм з очищення води та ґрунтів після військових дій.

Території України містять міни та нерозірвані боєприпаси, які становлять загрозу безпеці людей, шкодять дикій природі та забруднюють ґрунт і воду токсичними хімічними речовинами. Ці наслідки війни перешкоджають сільськогосподарській продуктивності та руйнують екосистеми, зокрема через вимивання важких металів у довкілля. Програми розмінування, підтримувані міжнародними організаціями, використовують передові технології та підготовлені команди для виявлення та безпечного видалення вибухових предметів. Інформаційні кампанії відіграють важливу роль в інформуванні громад про ризики мін і підтримують безпечні заходи розмінування. Завдяки міжнародній співпраці Україна працює над відновленням безпечних земель для сільського господарства та розвитку громад, закладаючи основу для сталого зростання.

**Висновки.** Для ефективного вирішення проблеми забруднення в Україні необхідний комплексний підхід, що включає законодавчі, технологічні та суспільні зміни, особливо з огляду на значний екологічний вплив військових дій. Збереження чистоти води та ґрунтів є основою сталого розвитку України та забезпечення здорового майбутнього для майбутніх поколінь.

Чорногор Л. Л.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Наукові керівники: Некос А. Н.,  
Тітенко Г. В.,  
канд. геогр. наук, доц., директор Навчально-наукового інституту екології  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразін,  
Навчально-науковий інститут екології  
l.l.chornohor@gmail.com

### СТАН ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ ВОСЕНИ 2024 р.

Стан екосистем України восени 2024 р. суттєво відрізнялися від стану в минулі роки. Це було викликано декількома причинами. По-перше, продовжувалися військові дії, які особливо активізувалися на сході України. Вони супроводжувалися інтенсивними лісовими пожежами на площі більше 1000 га та горінням великих (десятки тисяч гектарів) масивів трави. За супутниковими даними, що представлені в ресурсі FIRMS, горів фактично весь схід України (рисунок). По-друге, інтенсивним пожежам сприяли найбільш спекотне за всю історію метеорологічних спостережень літо та початок осені. По-третє, в кінці літа – на початку осені практично були відсутні опади. В-четвертих, свою роль зіграло глобальне потепління. В-п'ятих, на стан екосистем вплинуло явище Ель-Ніньйо. В-шостих, екологічна ситуація в Україні в кінці вересня – на початку жовтня 2024 р. ускладнилася через інтенсивну пилову бурю, що накрила нашу країну. Підйому пилу на висоти порядку 0,1 км і вище сприяла конвекція, викликана інтенсивними пожежами.

Метою роботи є – обчислення основних параметрів пожеж і пилової бурі в екосистемах України, що мали місце влітку-восени 2024 р., та оцінка їхніх екологічних наслідків. З використанням розробленої авторами методології обчислено головні акустичні параметри лісових і трав'яних пожеж в Україні восени 2024 р. Розраховано маси інжектованих в атмосферу продуктів горіння, низки хімічних елементів і маси пилу в атмосфері, принесеного з Казахстану та Середньої Азії. Детально проаналізовано головні екологічні наслідки пожеж і пилової бурі.

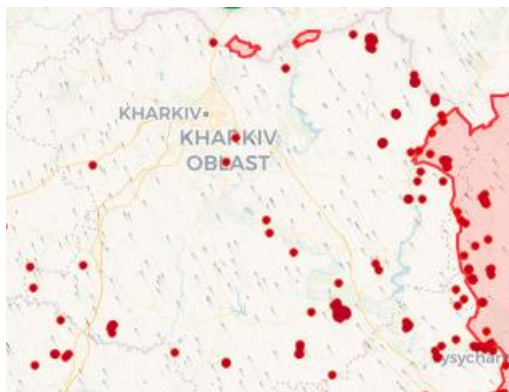


Рисунок. Ілюстрація розподілу пожеж в Україні восени 2024 р. (за даними ресурсу IRMS).

Головні результати досліджень полягають у наступному.

**Викиди продуктів горіння.** Викиди диму перевищили фонові значення майже вшестеро, викиди сажі – більш ніж вчетверо, викиди оксидів азоту – майже в 1,5 рази, випромінювання акустичної енергії – майже в 1,4 рази. Відносне збільшення викидів чадного газу, вуглеводів, оксидів, сульфату складало десятки відсотків. Найбільшим було зростання маси мікрочастинок PM 2,5 (приблизно у 14 разів) і особливо маси поліароматичних вуглеводнів (ПАВ) (у 570 разів). Дуже незначними були додаткові викиди вуглекислого газу (близько 0,03%).

З екологічної та медичної точок зору найбільш небезпечними були викиди диму та сажі, що містили мікрочастинки PM<sub>2,5</sub>, та викиди ПАВ. Важливо, що мікрочастинки, що утворилися під час пожеж, піднімаються з потоками нагрітого повітря вгору на сотні метрів, переміщується вітром на відстані від сотень до тисяч кілометрів і існують в атмосфері впродовж декількох місяців. Зменшення концентрації мікрочастинок відбувається за рахунок опадів, яких так не вистачало в Україні в серпні – вересні 2024 р.

Як відомо, мікрочастинки диму та сажі з розміром менше 2.5 мікрона здатні приводити до низки захворювань дихальної системи та серця. За даними ВООЗ щороку через підвищеної концентрації таких частинок у світі додатково помирає більше 0,1 млн людей.

Як уже вказувалося, на межі серпня-вересня 2024 р., горів фактично весь схід України. При цьому маса мікрочастинок складала не менше 2 кт. За площі  $4 \cdot 10^4 \text{ км}^2$  та товщини атмосферного шару з мікрочастинками

100 м без врахування дії вітру середня концентрація цих частинок сягала б  $50 \text{ мг/м}^3$ . Це в 5 тис. разів перевищувало б гранично допустиму концентрацію ((ГДК)  $0.01 \text{ мг/м}^3$ ). Насправді, за рахунок вітру площа запилення збільшилася до  $2 \cdot 10^6 \text{ км}^2$ , а концентрація частинок зменшилася до  $1 \text{ мг/м}^3$ . Проаналізуємо екологічні наслідки інжекції ПАВ. До ПАВ належать сполуки, що містять два або більше конденсованих бензолних кільця в молекулі з молекулярною масою 128-276. Інжекція канцерогенних ПАВ, бензола, формальдегіда, фенола та важких металів призводить до онкологічних захворювань, мутагенної та теригенної дії на біологічні об'єкти та людину, зокрема. За даними ВООЗ, інжекція ПАВ призводить до збільшення на  $\sim 10\%$  онкологічних захворювань і пухлини мозку в людини. Нагадаємо, що викиди ПАВ під час пожеж в Україні у 570 разів перевищили фонові значення.

Шкідлива дія сполук  $\text{SO}_x$  і  $\text{NO}_x$  загально відома. Під час пожеж їхня концентрація суттєво збільшувалася. Тим паче це відноситься до викидів С та СО.

*Екологічні наслідки горіння лісів.* Горіння великих лісових масивів призводить до порушення лісових і прилеглих до лісів екосистем. При цьому суттєво скорочується біорізноманіття, зменшується чисельність представників флори та фауни, в тому числі, що належать до Червоної книги. Загибель лісів призводить до зникнення малих річок і озер, до обміління більших річок і озер, до порушення водного балансу в цілому. Деякі населені пункти можуть залишитися без води, яку вони споживають з колодязів. Водойми забруднюються попелом і сажею.

*Екологічні наслідки горіння трав'яних масивів.* На перший погляд інтенсивність горіння трави значно менше інтенсивності горіння лісів. Тому і екологічні наслідки повинні бути значно меншими. Але це не зовсім так. Під час горіння трав'яних масивів гинуть багато комах, їхні личинки, куколки, божі корівки, жужелиці, дощові черв'яки та ін. Важливо, що перераховані біоорганізми приймають участь в утворенні ґрунтів. Під час пожеж спалюється солі важких елементів, що осіли на листях, гумусний шар ґрунту. Плодючість землі зменшуються на термін більше семи років. Після пожеж збіднюється видовий склад лугової рослинності та тваринного світу. Територія, що звільнилася від пожежі, захоплюється бур'янами. Крім корисної мікрофлори, комах і інших дрібних біооб'єктів, гинуть їжаки, птахи, жаби, плазуни, дрібні ссавці. Під час пожеж згорає органіка, що забезпечує пухкість ґрунту, його вологоємність, здатність утримувати елементи мінерального живлення, випаровуються азотисті речовини. Після трав'яних пожеж знижується родючість ґрунту, підсилюється його ерозія.

Від згорання трави страждають кущі та дерева. Важливо, що разом з травою може згорати токсичне побутове сміття, залишки добрив і ядохімікатів. При цьому утворюються леткі токсичні органічні та неорганічні сполуки. Екологічна ситуація різко погіршувалася через військові дії, наявність великої кількості продуктів вибухів. Саме ці вибухи, що методично повторювалися, й викликали масштабні трав'яні пожежі.

*Екологічні наслідки пилової бурі.* З 29 вересня 2024 р. на декілька днів екологічна ситуація різко погіршилася внаслідок пилової бурі, що прийшла в Україну з Казахстану та Узбекистану. При цьому в східній частині України концентрація пилу в атмосфері збільшилася від  $0,01 \text{ мг/м}^3$  до  $5 \text{ мг/м}^3$ . Прозорість атмосфери при цьому за питомого коефіцієнта екстинкції  $3 \cdot 10^2 \text{ м}^2/\text{кг}$ , товщини атмосферного шару 1 км зменшилася в 5-5,5 разів. Продукти горіння разом з пилом призвели до вкрай небезпечної ситуації для екосистем і людини зокрема.

За нашими оцінками, під час пилової бурі в атмосферу над Україною поступило від 10 до 100 кт пилу, із них до 10% мікрочастинок  $\text{PM}_{2,5}$ . Зі зменшенням швидкості вітру до 1 – 3 м/с ці мікрочастинок існували в атмосфері над Україною ще декілька діб, посилюючи і без того складну екологічну обстановку в країні. Від пилової бурі найбільше постраждали Харківська, Луганська, Донецька, Дніпропетровська та Запорізька, дещо менше – Сумська, Полтавська та Миколаївська області.

*Висновки.* Розрахунки та математичне моделювання показали, що катастрофічні пожежі лісових і трав'яних масивів в Україні в 2024 р. були катастрофічними. Наприкінці серпня – на початку вересня горів фактично весь схід України. Всього в Україні полум'ям було охоплено близько 43 тис. га. Згоріло близько 500 кт деревини та 350 кт трави. В атмосферу було інжектровано 34 кт диму, біля 900 кт  $\text{CO}_2$ , 85 кт СО, 2,5 кт С, 34 кт вуглеводнів, 0,85 кт  $\text{SO}_x$ , 2,5 кт  $\text{NO}_x$ , 8,5 кт мікрочасток  $\text{PM}_{2,5}$ , 17 т ПАВ та близько 50 ТДж акустичного випромінювання потужністю, що сягала близько 12 ГВт. Викиди диму, сажі, оксидів азоту в рази перевищували фонові значення мас цих речовин. Інжекція ПАВ перевищувала фонові значення у 570, мікрочастинок  $\text{PM}_{2,5}$  – у 14 разів, потужність акустичного випромінювання – у 30 разів. Викиди СО,  $\text{SO}_x$  не перевищували декількох десятків відсотків. Порівняно незначними були викиди інших хімічних елементів і сполук.

Обґрунтовано, що більшість пожеж були викликані військовими діями на території України. Поширенню пожеж у екосистемах, крім військових дій, сприяла висока температура повітря, відсутність дощів та досить сильний вітер.

Встановлено, що короточасні та тривалі екологічні наслідки були дуже значними. Масштабні пожежі та їхні наслідки, викликані військовими діями на території України, кваліфікується як екоцид.

*Войналович І.М.,  
асистент кафедри екології  
та природоохоронних технологій  
Демчук Л.Л.,*

*к.пед.наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет "Житомирська політехніка", м.Житомир*

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ДЛЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ**

Однією з передумов досягнення збалансованого (сталого) розвитку суспільства виступають наука і освіта, які водночас є і найважливішими інструментами ефективного управління, обґрунтованого прийняття рішень, розвитку демократії. На всіх стадіях розробки і втілення концепції сталого розвитку – від з'ясування потреби, формулювання ідей до практичної реалізації, вона потребує міцного, глибокого і розгалуженого науково-теоретичного підґрунтя і максимально широкої освітньої та роз'яснювальної роботи. Право на освіту є одним з основних невід'ємних прав, проголошених Загальною декларацією прав людини. З точки зору людського розвитку, освіта суттєво розширює можливості людини, оскільки позитивно впливає на різні сторони її життєдіяльності, стан здоров'я, суспільну та політичну активність, доступ до знань та вміння ними користуватися як на роботі, так і вдома – у побуті, вихованні дітей тощо. Сталий розвиток – такий розвиток країн і регіонів, коли економічне зростання, матеріальне виробництво і споживання, а також інші види діяльності суспільства відбуваються в межах, які визначаються здатністю екосистем відновлюватися, поглинати забруднення і підтримувати життєдіяльність теперішніх та майбутніх поколінь.

У 50–60-х рр. 20 ст. розвиток пов'язували лише з економічним прогресом та зростанням економічної ефективності. На початку 70-х рр. у зв'язку з несправедливим розподілом прибутків та зі зростанням кількості бідних у країнах, що розвиваються, питання соціальної справедливості були визнані такими ж важливими, як і питання зростання економічної ефективності. Проте зростаюче споживання природних ресурсів призвело до деградації довкілля й негативно вплинуло на здоров'я людей. Реальною загрозою стала проблема «меж зростання», на яку у 1972 році звернув увагу світової громадськості Римський клуб.

Щоб уникнути екологічної кризи, до концепції розвитку необхідно було включити третю мету – збереження довкілля. Вперше це питання було порушено на Конференції ООН з довкілля людини (1972, м. Стокгольм), яка визнала актуальність екологічних проблематики та необхідність створення дієвих міжнародних механізмів для її розв'язання. Термін «сталий розвиток» з'явився у 1980 році, коли вийшла «Всесвітня стратегія охорони природи» (ВСОП), підготовлена Міжнародною спілкою охорони природи (МСОП). Ця стратегія висунула принципово нове положення: збереження природи нерозривно пов'язане з питаннями розвитку. Розвиток суспільства має відбуватися за умови збереження природи. Поняття «сталий розвиток» почали широко застосовувати після публікації у 1987 році звіту Міжнародної комісії з довкілля та розвитку «Наше спільне майбутнє», підготовленого під керівництвом Г. Х. Брундтланд. Концепція сталого розвитку набула провідного статусу після Конференції ООН з довкілля та розвитку (1992, м. Ріо-де-Жанейро) і була відображена в прийнятому на конференції Порядку денному на 21 століття.

Світове співтовариство визнало, що збалансований розвиток «повинен стати пріоритетним питанням порядку денного міжнародного співробітництва». Загальноновизнаним є розуміння збалансованого розвитку як гармонійного поєднання економічних, соціальних та екологічних складових розвитку. Лише досягнення збалансованості між ними забезпечить можливість перейти до такого суспільного розвитку, який не виснажуватиме природні та людські ресурси, а тому матиме можливість тривати досить довго. В українській мові популярності набув термін «сталий розвиток», який з'явився внаслідок перекладу терміна «устойчивое развитие» з російської мови, а не безпосереднього перекладу цього терміна з англійської. Утвердився він і в законодавстві України, хоч є сполученням слів з протилежним змістом (сталий – постійність, розвиток – передбачає наявність змін). Концепція збалансованого розвитку стала відповіддю на виклик часу. Вона є альтернативою панівній моделі сучасного розвитку, що ґрунтується на розгляді природи лише як джерела сировини для виробництва різних товарів.

Забезпечення збалансованого розвитку – це не технічна проблема, для розв'язання якої необхідні нові технічні засоби чи технології. Це проблема зміни суспільних відносин і формування такого суспільства, яке не руйнуватиме середовище свого існування. Збалансований розвиток – це також не суто наукова проблема. Перехід до такої моделі розвитку має й етичний зміст, це зсув у ціннісних орієнтаціях багатьох людей. Як будь-який суспільний ідеал, концепція збалансованого розвитку є дороговказом для створення суспільства, яке буде розвиватись у гармонії з природою. Головними принципами збалансованого розвитку є: поєднання збереження природи і розвитку суспільства; задоволення основних потреб людини;

досягнення рівності та соціальної справедливості; забезпечення соціального самовизначення та культурного різноманіття; підтримання цілісності екосистем. Концепція збалансованого розвитку передбачає реалізацію цілісної системи принципів діяльності. При цьому системоутворюючим є принцип цілісності. Для досягнення збалансованості слід гармонійно поєднувати принцип збереження культурної і природної спадщини з принципом інноваційності, творчості. Творчий підхід до природоперетворювальної діяльності передбачає врахування складності природних екосистем і творчу адаптацію суспільної діяльності до можливостей екосистем підтримувати життя на Землі. Важливим є принцип екоефективності, який полягає в тому, щоб створювати більше товарів і надавати більше послуг, використовуючи менше ресурсів і менше забруднюючи довкілля. Не менш важливим є й принцип достатності, який визначає межі споживання. Реалізація ідей збалансованого розвитку потребує стратегічного підходу, який би базувався на зміні всієї філософії мислення та політичної діяльності, що передбачає перехід: від розроблення та виконання фіксованих планів, які швидко застарівають, до створення адаптивної системи, яка може постійно поліпшуватися; від погляду, що лише держава є відповідальною за розвиток, до того, що це відповідальність всього суспільства; від централізованого і підконтрольного прийняття рішень до поширення прозорих переговорів, співпраці та узгоджених дій; від фокусування на прийнятті законів чи ін. нормативних актів до зосередження на якісних результатах управлінських процесів і процесах участі громадськості; від галузевого до інтегрованого планування; від зосередження на дорогах «проектах» (і, відповідно, залежності від зовнішньої допомоги) до розвитку, який визначається і фінансується, виходячи насамперед з власних можливостей країни.

В Україні поки що відсутні такі важливі стратегічні документи, як Національна стратегія збалансованого розвитку та Національний план дій з охорони навколишнього середовища. З огляду на євроінтеграційні прагнення України, варто зазначити, що принцип збалансованого розвитку закріплено в установчому Амстердамському договорі ЄС (Договір про ЄС, 1997). Збалансований розвиток визначено ключовим принципом усіх політик ЄС. Згідно з ним будь-яку політику ЄС слід розробляти так, щоб вона враховувала освітні, економічні, соціальні та екологічні аспекти, а досягнення цілей в одній зі сфер політики не стримувало б прогресу в іншій. Освіта для сталого розвитку – освіта, спрямована на набуття знань і навичок, що сприяють формуванню нового екологічно свідомого суспільства, формування нових світогляду, позицій, цінностей, сприяють розвитку, який є соціально бажаним, економічно життєздатним і екологічно збалансованим. Головним поштовхом для формування засад якісно нової системи освіти на засадах сталого розвитку є переорієнтація існуючих програм освіти на комплексне вивчення соціальних, екологічних, економічних питань із врахуванням місцевих, національних й регіональних умов, а також глобального контексту.

#### Список використаної літератури

1. Л. І. Демчук, І. Г. Пацева, О. Л. Герасимчук, І. Ю. Циганенко-Дзюбенко. Екологічний підхід до освіти студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технологія захисту навколишнього середовища». Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. № 4 (493) 2023. с.184-192.
2. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Pokshevnytska T., Lukianova V. Environmental safety of drinking water supply in rural settlement areas. Екологічні науки. 2023. №6(51). С. 33-38. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.5>
3. Demchuk L.I., Patseva I.G., Kireitseva H.V., Kalenska V.P., Tsyganenko-Dziubenko I.Y. A mechanism for ensuring environmental safety in the face of modern challenges and threats. Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities : колективна монографія. Scientific monograph. Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach. 2023. pp. 141-151, 286 p.
4. I.G. Kotsiuba, G.V. Skyba, I.A. Skuratovskaya, S.M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). Methods and objects of chemical analysis, Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207
5. Patseva I., Lukianova V., Anpilova Y., Mohelnytska L., Herasymchuk O. The ecological assessment of small rivers in Ukraine under conditions of intensive war impact. Romanian Journal of Geography. Volume 68(1), 2024. P. 127-134.
6. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Устименко В.І., Шацило Є.Г. Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між захворюваністю населення та якістю питної води джерел нецентралізованого водопостачання. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52), Т.2. С. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.4>
7. Хрутьба Ю.С., Пацева І.Г., Хрутьба О.В. Розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки використання інформаційних технологій для управління взаємодіями в екопроектах. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. : Видавничий дім «Гельветика», 2023. № 6(51). С.211-216

*Гнатюк Б.Й.,  
Здобувач вищої освіти освітньо-наукового ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Пацева І.Г.,  
д.т.н., проф., завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
rig@ztu.edu.ua*

## **РОЛЬ ТЕХНОЛОГІЙ В ЛОГІСТИЧНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ**

Сучасні підходи до поводження з відходами вимагають створення ефективної логістичної системи, яка дозволяє максимально раціонально організувати збір, транспортування, переробку та утилізацію відходів. Логістика в сфері управління відходами допомагає зменшити екологічний вплив, оптимізувати витрати та покращити економічну ефективність роботи компаній і муніципальних служб.

Логістична система поводження з відходами складається з кількох ключових етапів, які охоплюють весь процес від збору відходів до їх переробки або утилізації:

1. Збір відходів: Відходи збираються у спеціальні контейнери, розташовані у місцях їх утворення (житлові квартали, виробничі підприємства тощо). Важливими елементами є:

- Система роздільного збору (розподіл на папір, пластик, скло, органічні відходи тощо).
- Організація контейнерних майданчиків, що відповідають вимогам санітарних норм.
- Підвищення обізнаності населення про сортування та правильне поводження з відходами.

2. Транспортування відходів: Важливим етапом логістики є транспортування зібраних відходів до пунктів їх переробки або утилізації. Для цього використовують спеціалізований транспорт, обладнаний для перевезення різних типів відходів.

3. Сортування: На сортувальних станціях або лініях здійснюється поділ відходів на різні фракції. Наприклад, окремо відділяються папір, пластик, метал, скло тощо, що дозволяє їх надалі використовувати у процесах переробки.

4. Переробка та утилізація: Відходи, що підлягають переробці, відправляються на спеціальні переробні заводи, де їх перетворюють на вторинну сировину або інші матеріали.

Сучасні технології значно покращують логістику поводження з відходами. Основні напрямки включають: Автоматизовані системи збору та сортування: Наприклад, розумні контейнери з датчиками наповнення, які сповіщають служби про необхідність вивезення.

- GPS-моніторинг транспорту: Дозволяє оптимізувати маршрути, мінімізувати витрати на паливо та час, а також відслідковувати роботу транспорту в реальному часі.

- Бази даних та аналіз інформації: Дає можливість планувати логістику на основі даних, аналізувати обсяги відходів за типом, місцем їх утворення та оптимізувати обслуговування.

- Інноваційні технології переробки: Впровадження нових технологій переробки дозволяє зменшити кількість відходів, які підлягають утилізації, та максимально використовувати вторинну сировину.

Для України характерні такі виклики в логістичній системі управління відходами:

- Відсутність достатньої кількості переробних потужностей, що знижує ефективність сортування та переробки.

- Низька екологічна обізнаність населення, через що частина відходів змішується та потрапляє на полігони.

- Недостатнє фінансування та підтримка інфраструктури, зокрема створення сортувальних станцій та систем розумного збору відходів.

З огляду на це, основними напрямками розвитку є впровадження роздільного збору, розширення переробних потужностей та навчання населення. Використання сучасних технологій, таких як GPS-моніторинг, автоматизовані сортувальні лінії та системи збору даних, може зробити логістику поводження з відходами в Україні більш ефективною та екологічно орієнтованою. Підсумовуючи, логістична система управління відходами є критично важливою для екологічного благополуччя та сталого розвитку України, а її вдосконалення дозволить значно скоротити обсяги сміття на полігонах та збільшити частку перероблених ресурсів.

### **Список використаної літератури**

1. Коцюба І.Г., Хрутьба В.В. Методологія екологічного краудсорсингу у сфері поводження з відходами. Науково-практичний журнал "Екологічні науки". 2019. Вип. 2(25). С. 203-205.

2. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. Екологічна безпека та технології захисту довкілля №4. 2023. с. 40-47.

3. Коцюба І.Г., С.Лико, В.Луцянова, Ю.Анпілова. Науково-теоретичне обґрунтування накопичення твердих побутових відходів Житомирщини. Збірник наукових праць: Екологічна безпека та природокористування. № 4 (36). 2020. С. 56-65.

Горай Л.В., Луцик В.Ф.,  
 здобувачі вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
 спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
 Науковий керівник Кірейцева Г.В.,  
 к.е.н., доцент, доц. кафедри екології та природоохоронних технологій,  
 Державний університет «Житомирська політехніка»  
 gef\_kgv@ztu.edu.ua

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ: БІБЛІОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ

Екологічна безпека поверхневих водних об'єктів, зокрема малих річок, є одним із ключових питань сучасної екологічної політики України та світу. Водні ресурси зазнають безпрецедентного антропогенного навантаження через стрімкий розвиток промисловості, інтенсифікацію сільського господарства, зростання урбанізації та розширення рекреаційної діяльності. За даними Держводагентства України, станом на 2023 рік понад 70% малих річок країни перебувають у незадовільному екологічному стані, що вимагає негайного впровадження ефективних механізмів управління їх екологічною безпекою.

Бібліометричний аналіз публікацій у базі даних Scopus щодо інтегрованого управління водними ресурсами (2835 документів) демонструє (рис. 1) комплексний характер досліджень у цій галузі.

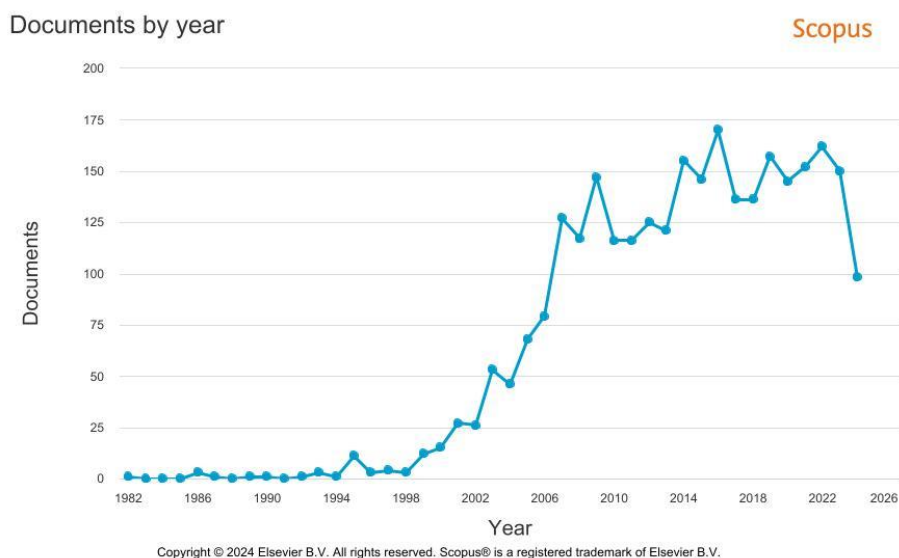


Рис. 1. Динаміка публікаційної активності з питань інтегрованого управління водними ресурсами (1982-2024)

На початковому етапі (1982-1994 роки) спостерігалася низька публікаційна активність з кількістю публікацій до 5 на рік, що характеризувалося стабільним, але повільним розвитком досліджень та формуванням базових концепцій управління водними ресурсами. Наступний період (1994-2002 роки) відзначився поступовим зростанням наукового інтересу до проблематики, що відобразилося у збільшенні кількості публікацій до 5-25 щорічно. Цей етап характеризувався початком формування міждисциплінарних підходів та суттєвим розширенням географії досліджень. Період 2002-2010 років став етапом активного розвитку досліджень з управління водними ресурсами, що супроводжувалося стрімким зростанням кількості публікацій від 25 до 150 щорічно. У цей час відбувалося формування комплексних підходів до управління водними ресурсами та активна інтеграція екологічних і соціальних аспектів у дослідження. У період 2010-2022 років спостерігалася стабільно висока публікаційна активність з кількістю публікацій на рівні 125-175 щорічно, з піковими значеннями у 2018-2019 роках (близько 170 публікацій). Цей період характеризувався розвитком інноваційних підходів та методологій у дослідженнях водних ресурсів. Сучасний період (2022-2024 роки) відзначається помітним зниженням кількості публікацій, що може бути пов'язано з неповнотою даних за останній період, проте демонструє значний потенціал для розвитку нових напрямків досліджень. Загальні тенденції публікаційної активності характеризуються експоненційним зростанням інтересу до тематики з початку 2000-х років, стабілізацією кількості публікацій в останнє десятиліття та наявністю циклічних коливань публікаційної активності з періодичністю 2-3 роки. Спостерігається загальний тренд на збільшення не лише кількості, але й якості досліджень у сфері управління водними ресурсами.

Враховуючи виявлену динаміку росту публікацій, важливо проаналізувати географічний розподіл досліджень для розуміння основних наукових центрів та їх внеску у розвиток галузі (рис. 2).

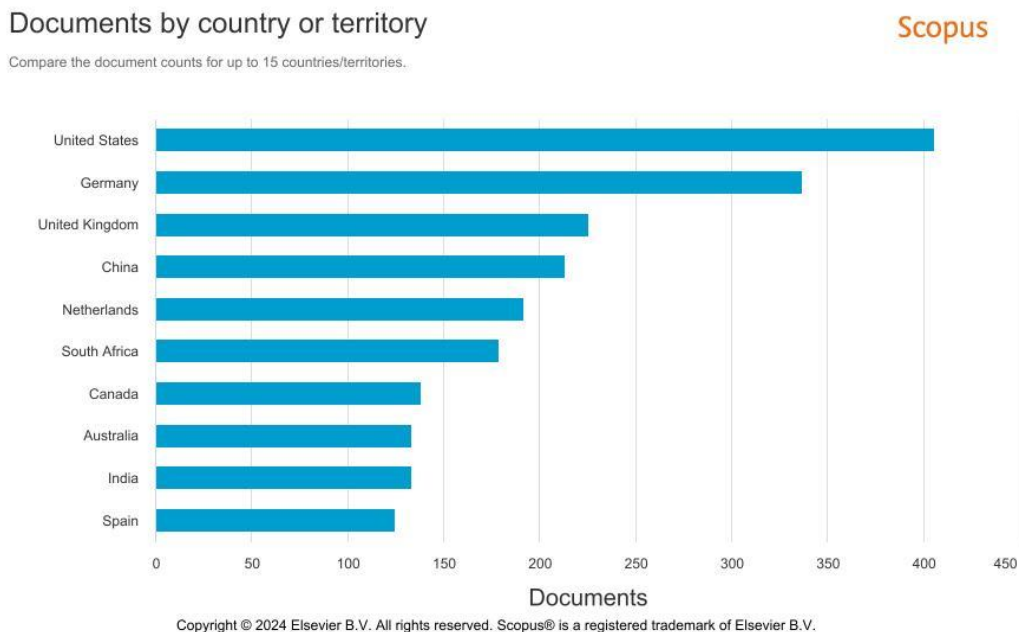


Рис. 2. Розподіл публікацій з інтегрованого управління водними ресурсами за країнами у базі даних Scopus (2835 документів) як складова бібліометричного аналізу дослідницьких трендів

Аналіз географічного розподілу наукових публікацій з управління водними ресурсами демонструє чітку світову структуру дослідницьких центрів. Беззаперечним лідером у цій галузі виступають Сполучені Штати Америки, які опублікували близько 450 наукових праць, що відображає не лише кількісну перевагу, але й якісне різноманіття досліджуваних тем та найбільшу кількість міжнародних колаборацій. Європейський регіон представлений потужним науковим кластером, де провідні позиції займають Німеччина з приблизно 350 публікаціями та Велика Британія з понад 300 науковими працями. Значний внесок у розвиток досліджень водних ресурсів здійснює Китай, який з 250 публікаціями є лідером азійського регіону. Важливу роль у регіональних дослідженнях відіграють Нідерланди та Південна Африка, кожна з яких має близько 200 публікацій. Глобальний характер досліджень підтверджується активною участю таких країн як Канада, Австралія, Індія та Іспанія, які опублікували від 100 до 150 наукових праць кожна, що свідчить про широке географічне охоплення та різноманітність підходів до вивчення проблем управління водними ресурсами.

Така географічна різноманітність підтверджує глобальний характер досліджень з управління водними ресурсами та важливість міжнародної співпраці у розвитку цього наукового напрямку. Детальний аналіз наукових публікацій дозволив виявити три ключові напрямки досліджень, які формують взаємопов'язані кластери. Перший, технічний кластер, охоплює дослідження підземних вод, річкових систем, технологій зрошення та методів гідрологічного моделювання. Другий кластер зосереджений на управлінських аспектах і включає розробку підходів до управління водними ресурсами, формування політики та впровадження принципів інтегрованого управління. Третій кластер об'єднує екологічні дослідження, спрямовані на вивчення якості води, проблем забруднення водних об'єктів та розробку методів охорони довкілля. Аналіз часової динаміки розвитку цих досліджень показує поступову еволюцію наукової думки від базових концепцій водного менеджменту до створення комплексних систем моделювання та прийняття рішень, при цьому спостерігається значне посилення уваги до екологічних аспектів та формування інтегрованих управлінських механізмів.

Проведений бібліометричний аналіз свідчить про стрімкий розвиток досліджень у сфері управління водними ресурсами, їх міждисциплінарний характер та глобальне значення. Виявлені тенденції вказують на перехід від традиційних підходів до комплексного, інтегрованого управління водними ресурсами, де враховуються технічні, екологічні, соціальні та економічні фактори. Це створює підґрунтя для розробки ефективних стратегій управління водними ресурсами та забезпечення їх сталого розвитку.



Чорний І.Ю.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Алпатова О.М.,  
к.б.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
eo39m\_chiYu@student.ztu.edu.ua; ke\_aom@ztu.edu.ua

## ВПЛИВ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

Пластикові відходи становлять значну частину антропогенного забруднення навколишнього середовища. Вони можуть мати різні форми, розміри та склад, що впливає на їхні фізичні та хімічні властивості, а отже, і на їхній вплив на природні екосистеми. Пластикове забруднення має серйозний вплив на екологічні системи водойм у всьому світі. Це проблема, що нараховує свої наслідки вже десятиліттями, і продовжує загострюватися з кожним роком. Пластикові відходи негативно впливають на живі організми, водні екосистеми та природні ресурси.

Наявність мікроскопічного пластику (мікропластику) у природних водних басейнах – річках, морях та океанах – є сучасним суспільним явищем, яке демонструє порівняння зручності використання пластику в повсякденному житті з перспективою екологічної катастрофи шляхом «байдужої» утилізації.

Зі збільшенням виробництва та споживання пластику, проблема його забруднення водних об'єктів набула глобального масштабу. Пластикові відходи, зокрема мікропластик, серйозно впливають на здоров'я водних екосистем, порушують життєдіяльність риб та інших організмів, сприяють втраті біорізноманіття. Крім того, пластик може потрапляти в харчовий ланцюг, становлячи загрозу для здоров'я людей. Дослідження впливу пластикових відходів на водні екосистеми допоможе краще зрозуміти масштаби та наслідки цієї проблеми, а також сприятиме розробці ефективних заходів для її вирішення. Дослідження показала що майже 90% забруднених водойм світу знаходяться в країнах з низьким та середнім доходом. Вирішення цієї проблеми потребує комплексних зусиль на рівні міжнародних спільнот.

Пластик, як матеріал, не тільки наносить фізичні ушкодження морським і прісноводним організмам, але також може мати токсичний вплив через хімічні речовини, які він містить або відпускає. Наприклад, багато видів пластику містять добавки, такі як бісфенол А (BPA) та фталати, які використовуються для покращення їхніх фізичних властивостей. Ці хімічні речовини можуть виходити з пластику під впливом ультрафіолетового випромінювання або термічних умов. Коли ці хімічні речовини потрапляють у воду, вони можуть мати шкідливий вплив на водних організмів. Наприклад, BPA відомий своєю здатністю до наслідування естрогену, гормону, який важливий для регулювання різних біологічних процесів у тварин. Коли тварини споживають воду, яка містить BPA, це може викликати різноманітні фізіологічні та репродуктивні порушення. Також важливо відзначити, що пластик може адсорбувати та концентрувати інші токсичні речовини, такі як пестициди та важкі метали, з води. Це робить пластик не лише переносником своїх власних токсичних речовин, але й підсилювачем токсичності навколишнього середовища для водних організмів.

Фізичне розкладання пластику у водоймах є складним процесом, який може мати значний вплив на екосистеми цих водойм. Коли великі шматки пластику потрапляють у воду, вони можуть розпадатися на менші фрагменти під впливом різних фізичних чинників, таких як сонячне світло, тепло, хвилі та механічні дії. Крім того, пластикові відходи можуть впливати на розподіл водних ресурсів та гідрологічні умови водойм. Накопичення великої кількості пластикових відходів може призвести до забруднення води та перешкоджати нормальному рухові води. Це може вплинути на життя та розвиток водних організмів, які залежать від сприятливих гідрологічних умов для свого існування.

### Список використаної літератури

Пацева І., Алпатова О., Рибак О., Циганенко-Дзюбенко І., Медвідь О. Озеленення даху як захід по адаптації зміни клімату на прикладі м. Житомир. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2022. Вип. 3. С. 67–74.

Алпатова О.М., Пацева І.Г. Біоіндикаційна оцінка стану забруднення екосистем ґрунту вздовж автомобільних доріг. Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2022. Вип.1(40).С. 62–66.

Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. Екологічна безпека та технології захисту довкілля №4. 2023. с. 40-47. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8292>

ПАЦЕВА І., НОНІК Л. (2023). Рециклінг відходів руйнації - крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2023. №3. с. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>

Griban G., Semeniv B., Alpatova O., Bakuridze-Manina V., Tomich L., Oliynyk M., Khlus N. Current state of students' health and factors as well as means of its improvement. Wiadomości Lekarskie. 2024. Vol. 76, No 6. P.P. 1161–1166

*Холявчук Р.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
Науковий керівник: Сакун А.О.,  
PhD, доцент кафедри хімічної техніки та промислової екології,  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
[Antonina.Sakun@khpі.edu.ua](mailto:Antonina.Sakun@khpі.edu.ua)*

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

Захист довкілля та раціональне використання природних ресурсів в умовах інтенсивного зростання промислового виробництва є одним із найважливіших завдань сучасності. Окрім підприємств хімічної, металургійної та інших галузей, які значно впливають на стан навколишнього середовища, хлібопекарські підприємства також активно споживають ресурси та утворюють відходи. Проте оцінка екологічних впливів цих підприємств на навколишнє середовище поки що не стала поширеною практикою, тому вимагає додаткових наукових досліджень. Хлібопекарська галузь відіграє важливу роль в економічній системі України. Її ефективне функціонування напряму впливає на ключовий показник рівня життя населення – продовольче забезпечення.

Процеси в хлібопекарській галузі супроводжуються значним споживанням енергії, сировини, утворенням відходів і викидів в атмосферу, що вимагає запровадження дієвих екологічних заходів:

1. **Викиди в атмосферу.** Хлібопекарські підприємства в процесі виробництва виділяють забруднюючі речовини: вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), оксиди азоту та пил. Вони утворюються під час спалювання газу чи інших енергоресурсів для випікання хліба, а також у процесі ферментації та під час транспортування продукції. Підвищений рівень таких викидів сприяє забрудненню повітря та зміні клімату.

2. **Енерговитратність виробництва.** Виробничі процеси, зокрема випікання, є дуже енергомісткими. Основними джерелами енергії залишаються природний газ та електроенергія, які можуть неефективно використовуватися через застаріле обладнання. Це підвищує рівень споживання ресурсів та негативно впливає на екологію.

3. **Утворення відходів.** Під час виробництва утворюються харчові відходи (залишки тіста, сировини) та пакувальні матеріали. Значна частина таких відходів не переробляється та може потрапляти на полігони, забруднюючи ґрунт і воду. Зменшення харчових відходів і переробка пакувань здатні істотно знизити екологічний вплив підприємств.

4. **Використання води.** Хлібопекарські підприємства потребують значної кількості води для виробництва та очищення обладнання. Неефективне водоспоживання, а також недостатні заходи з очищення стічних вод можуть призводити до забруднення водних ресурсів.

5. **Впровадження екологічно чистих технологій.** У сучасних умовах більшість підприємств прагнуть знизити свій екологічний слід через застосування енергоефективного обладнання, очищення викидів та зменшення відходів. Серед перспективних рішень – встановлення фільтрів для скорочення викидів, використання вторинної сировини та перехід на відновлювані джерела енергії.

6. **Перехід на екологічну упаковку.** Переробка пластику та використання біорозкладної упаковки дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Деякі хлібопекарські підприємства вже переходять на екологічну упаковку, що є важливим кроком для збереження екосистем.

7. **Екологічні стандарти та сертифікація.** Впровадження національних та міжнародних екологічних стандартів (ISO 14001) допомагає підприємствам слідкувати за власним екологічним впливом та розробляти стратегії для його зниження. Це сприяє покращенню іміджу підприємств та підвищенню конкурентоспроможності на ринку.

8. **Підвищення екологічної свідомості персоналу.** Екологічна культура підприємства значною мірою залежить від освіченості та підходу працівників. Навчання персоналу екологічно відповідальним методам роботи та регулярне інформування про енергозбереження дозволяє покращити результати сталого розвитку підприємства.

Впровадження екологічних заходів на хлібопекарських підприємствах України є необхідним для зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Сучасні технології, ошадливе ставлення до ресурсів та дотримання екологічних стандартів здатні зменшити забруднення повітря, води та ґрунту, підвищуючи екологічну безпеку хлібопекарської галузі.

Гоша В.М.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технологія захисту навколишнього середовища»  
науковий керівник: Демчук Л.Л.,  
к.пед.наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка», м.Житомир

## ОЦІНКА ОЧИЩЕННЯ НАФТОВМІСНИХ СТОКІВ ДЛЯ МАЛИХ АВТОПІДПРИЄМСТВ, НА ПРИКЛАДІ АВТОМІЙКИ ТОВ «ОРІЄНТ-МОТОРС»

Питання, що стосуються забруднення вод нафтопродуктами, важкими металами та фенолами є актуальними сьогодні. Згідно зі статистикою міста на 1 червня 2023 року в ДАІ міста було зареєстровано 243 376 транспортних засобів, з яких 75 % становили легкові автомобілі. За забезпеченістю легковим автотранспортом на душу населення Житомир посідає 17-те місце в Україні (370 автомобілів на 1000 жителів). Зі зростанням кількості автомобілів, відповідно збільшуються станції з їх обслуговування. У Житомирі налічується вже близько 56 таких станцій обслуговування. Основними забрудненнями стічних вод після станції є, здебільшого, завислі речовини, СПАР і нафтопродукти. Враховуючи, що останні належать до речовин, які з великими труднощами окислюються на міських очисних спорудах, є необхідність очищення забруднених вод безпосередньо на самому підприємстві перед скиданням у міську каналізацію.

Згідно із санітарно-гігієнічними дослідженнями у стічних водах автопідприємства (автомийки) виявлено такі забруднювальні речовини: бензин, гас, ангідрид сірчаний і ангідрид сірчистий, нітрити і нітрати, хлориди, сульфати, залізо, марганець. Усі перераховані вище речовини чинять негативний вплив, насамперед, на здоров'я людини. Потрапляючи у водойми, згубно впливають на живі організми і якість води. Мийки автомобілів є джерелом 80-85% виробничих стічних вод автопромислового комплексу. Водним законодавством забороняється скидати у водні об'єкти неочищені до встановлених нормативів дощові, талі та поливомийні води, які організовано відводять із селітебних територій і майданчиків.

Водний баланс території миття автомобілів формується в результаті взаємодії складових його показників, тобто обсягів зливого стоку, обсягу інфільтрації та величини випаровування, які впливають на зміни запасів вологи на водозборі.

Локальні очисні споруди, на які надходить акумульована на території автомийки стічна вода, виконують роль конструкцій, що дають змогу зберегти екологічний баланс. Під час вибору очисної споруди необхідно враховувати екологічні вимоги щодо ступеня очищення поверхневих стоків, надійність споруд, ступінь її апробації, а також природно-кліматичні, гідрологічні та ґрунтові умови території будівництва. Забруднення стічних вод класифікують за фізичним станом на нерозчинні, колоїдні, розчинні та за складом на мінеральні (глина, мінеральні солі, пісок, кислоти, луги тощо), органічні (нафтопродукти, ПАР тощо). Зважені забруднювальні речовини можуть перебувати в стані грубої суспензії (розмір часток <100 мк), тонкої суспензії або емульсії (розмір часток 100 - 0,1 мк). Колоїдні речовини в стічних водах мають розміри частинок 0,1 - 0,001 мк.

За структурою та консистенцією осад, що утворюється поверхневими водами, буває зернистим, тобто частинки мають рівну поверхневу оболонку й осідають на дно з постійною швидкістю, та пластивчастим, тобто частинки мають липку поверхню й у процесі осадження коагулюють.

Малі установки мають бути конструктивно й технологічно простими, компактними, займати мало місця, дозволяти експлуатацію з мінімальною чисельністю персоналу невисокої кваліфікації, вирізнятися високою надійністю роботи споруд за різкого коливання об'єму й складу стічних вод, а також допускати короточасні вимикання електроенергії, давати змогу застосовувати індустріальні методи будівництва, їхнє заводське виготовлення та монтаж на місці в короткі строки з мінімальною кількістю будівельних робіт.

Залежно від функціонального призначення розрізняють установки для очищення: стічних вод населених пунктів; стічних вод індивідуальних житлових будинків; нафтовмісних середовищ; стічних вод підприємств харчової, хіміко-фармацевтичної, мікробіологічної, целюлозно-паперової та інших галузей промисловості.

Перелік локальних установок очищення в Україні налічує понад 100 найменувань. Більшість їх виготовляється в заводських умовах у вигляді окремих модулів або контейнерів і збирається на місці. Розглянемо плюси і мінуси деяких з них.

Установка фірми Karcher :

«+»

- економія води, мийних засобів; автоматичний режим роботи; може функціонувати за високого тиску незалежно від того, є нагрівання чи ні; компактність; виконує вимоги санітарно-технічних служб.

«->»

- використання дорогих реагентів; після 50 циклів необхідно здійснювати вивезення відпрацьованої води на утилізацію; за максимального завантаження очисних систем воду не очищають до необхідних норм.

Схема оборотного очищення води «ЖитомирАВТОтех» (Рис. 1):

«+»

- автоматизація; прийнятні розміри для ЛОС очисних споруд; високий ступінь очищення; грязьові опади видаляються і збираються повністю механізовано; механізована регенерація адсорбуючого шару.

«->»

- необхідність кваліфікованого персоналу; вивезення шламу на полігони; оскільки система механізована, виникає необхідність у витратах електроенергії.

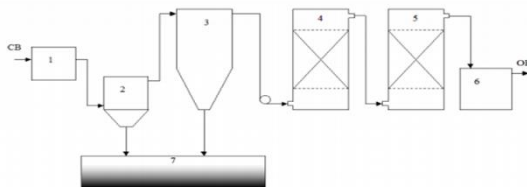


Рис. 1. Встановлення системи очищення стічної води

СВ-стічна вода, ОВ-очищена вода, 1-місткість, 2-пісковловлювач, 3-гідроциклон, 4-фільтр грубого очищення, 5-фільтр тонкого очищення, 6-ємність очищеної води, 7-шламозбірник

Основними показниками порівняння було обрано ціну установки, собівартість очищення 1 м<sup>3</sup> води, коефіцієнт очищення води (КОВ) за нафтопродуктами (н.п.) і завислими речовинами (ЗР).

Аналіз показав, що найоптимальнішими параметрами, достатнім ступенем очищення, за найнижчої ціни і собівартості очищення володіє система оборотного водопостачання фірми «ЖитомирАВТОтех», схему якої (Рис.1) було взято за основу розробленої системи очищення стічних вод.

Для очищення стічних вод від нафтопродуктів, важких металів, ПАР застосовують механічні, фізико-хімічні, хімічні та біологічні методи. Вибір методу очищення води в кожному конкретному випадку визначається джерелом і характером забруднення, площею забруднення, кількістю забруднювача тощо. Із механічних методів практичне значення мають відстоювання, центрифугування та фільтрування; фізико-механічних - флотація, сорбція; хімічних – озонування.

Очисні споруди для АЗС призначені для очищення дощових, талих і поливомийних вод із територій автозаправних станцій і комплексів, а також об'єктів, на яких можливі проливи нафтопродуктів (склади ПММ, нафтові термінали, нафтопереробні підприємства тощо).

Список використаної літератури

1.Л. І. Демчук, І. Г. Пацева, О. Л. Герасимчук, І. Ю. Циганенко-Дзюбенко. Екологічний підхід до освіти студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технологія захисту навколишнього середовища». Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. № 4 (493) 2023. с.184-192.

2.Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Pokshevnytska T., Lukianova V. Environmental safety of drinking water supply in rural settlement areas. Екологічні науки. 2023. №6(51). С. 33-38. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.5>

3.Demchuk L.I., Patseva I.G., Kireitseva H.V., Kalenska V.P., Tsyganenko-Dziubenko I.Y. A mechanism for ensuring environmental safety in the face of modern challenges and threats. Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities : колективна монографія. Scientific monograph. Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach. 2023. pp. 141-151, 286 p.

4.I.G. Kotsiuba, G.V. Skyba, I.A. Skuratovskaya, S.M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). Methods and objects of chemical analysis, Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207

5.Patseva I., Lukianova V., Anpilova Y., Mohelnytska L., Herasymchuk O. The ecological assessment of small rivers in Ukraine under conditions of intensive war impact. Romanian Journal of Geography. Volume 68(1), 2024. P. 127-134.

6.Хрутьба Ю.С., Пацева І.Г., Хрутьба О.В. Розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки використання інформаційних технологій для управління взаємодіями в екопроектах. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. : Видавничий дім «Гельветика», 2023. № 6(51). С.211-216

Денисюк Р.М.,  
здобувачі вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Мельник-Шамрай В.В.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»

## ВІДХОДИ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Гірничо-видобувна галузь негативно впливає на всі компоненти навколишнього природного середовища. В результаті проведення гірничо-видобувних робіт можуть виникати такі негативні явища для довкілля, як: ерозія, провали, втрата біорізноманіття, забруднення ґрунтів, утворення відходів, ґрунтових і поверхневих вод хімічними речовинами, що викидаються під час гірничих процесів. Саме тому, проведення процедури оцінки впливу на довкілля є дуже важливим та надзвичайно корисним як для самих гірничих підприємств, так і для стану навколишнього природного середовища [1, 2].

Житомирська область характеризується значним потенціалом для розвитку видобувної галузі. Так, надра області містять поклади розсіпного ільменіту, комплексних апатит-ільменітових руд, самоцвітів, кварцитів, облицювального каменю, каолінів, мінеральної сировини для виробництва різних будівельних матеріалів, бурого вугілля, торфу, пірофіліту. Такі, запаси корисних копалин Житомирщини дають можливість реалізовувати перспективний напрямок гірничо-видобувного виробництва, щоб забезпечити сталий розвиток економіки України високоякісними будівельними матеріалами та іншими видами мінерально-сировинних ресурсів.

В результаті великої зосередженості гірничих і каменепереробних підприємств в області спостерігається поступове накопичення твердих мінеральних відходів від переробки природного каменю типу габро, граніту та шламу, після розпилу та шліфування кам'яних блоків, а також забруднення земель шламо-муловідходами від переробки природного каменю. Відходи гірничо-видобувних підприємств умовно можна поділити за формою та розмірами [3]:

– негабаритні блоки, бут, щебінь, тобто шматки каменю неправильної форми розмірами 5-70 мм (щебінь), більше 70 мм (бут) і більше 400 мм (блоки);

– окіл (бій), тобто малоформатні плити каменю товщиною 5-50 мм з колотими і пиляними краями неправильної форми, що мають термооброблену, поліровану або пиляну поверхню, вони є відходами розпилювання і окантування плит;

– обапіл, тобто відходи пасерування і розпилювання блоків, що мають неправильну форму з однією обробленою плоскою поверхнею з лінійними розмірами, які зіставні з розмірами блоків;

– штиб і шлам, тобто дрібнодисперсні відходи каменю, утворені в результаті здійснення процесів різання та шліфування, розмірами більше 0,5 мм (штиб) і менше 0,5 мм (шлам).

Більшість з цих відходів можуть застосовуватися в будівництві для фундаментів; внутрішнього та зовнішнього облицювання; виробництва асфальту, бетону, цегли, бруківки, плитки; засоби для здійснення біофільтрації; декоративне застосування для ландшафтного дизайну чи оздоблення окремих територій.

Проте, не всі гірничо-видобувні підприємства використовують відходи виробництва як вторинний ресурс. Окремі, каменепереробні підприємства області впроваджуються сучасні лінії (виробництво Італії, КНР), що розраховані на обробку та повторного використання відходів. Також, варто відмітити, що частина підприємств працює з технологічно застарілим обладнанням, що призводить до утворення значної маси відходів та не дає можливості здійснення екологічно безпечного виробництва.

Усі мінеральні відходи, які утворилися в області у 2021 році відносяться до IV класу небезпеки: мінеральні відходи будівництва та знесення об'єктів, у т. ч. змішані будівельні відходи – 2 тис. 290,2 т.; інші мінеральні відходи – 106 тис. 142,2 т. У 2020 році обсяги відходів, які утворилися в добувній промисловості, пов'язаної з розробленням кар'єрів склали 96 тис. 182 тони. В переробній промисловості найбільші обсяги відходів утворюються при виробництві іншої не металевий мінеральної продукції – 60 тис. 598,9 тони. Саме тому, вирішення питання налагодження системи управління відходами гірничо-видобувних підприємств є актуальним та потребує вирішення.

Список використаної літератури

1. Бажан В.В., Мельник-Шамрай В.В. Оцінка впливу видобування корисних копалин на довкілля. Тези Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки, 13–17 травня 2024 року. Житомир : «Житомирська політехніка», 2024. С.191.

2. Shamrai V., Melnyk-Shamrai V., Leonets I., Korobiichuk V., Lutsenko S. Quality index control for building products made of natural facing stone. Mining of Mineral Deposits. 2023. Vol. 17(3). P. 12-21.

3. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Темченко А.Г., Махно А.М., Ігнатюк Р.М. Дослідження якісних властивостей відходів каменевидобування та каменєобробки з метою їх використання як сировини для виготовлення геополімерного бетону. Технічна інженерія. 2023. Вип. 1(91). С. 385–397.

Джулай В.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Хоменко О.М.,  
к.х.н., доц., завідувач кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
o.khomenko@chdtu.edu.ua

## АНАЛІЗ СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ ПЕРЕРОБКИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

До головного напрямку роботи в сфері поводження з відходами віднесено вирішення питання забезпечення повного збирання та зберігання відходів, які мають ресурсну цінність з метою їх передачі для подальшої утилізації на спеціальних підприємствах. До морфологічного складу твердих побутових відходів (ТПВ) входять наступні компоненти: папір, картон, обсяг яких складає до 20—30%, харчові відходи - 28—45%, деревина - 1,5—4%, метал чорний - 1,5—4,5%, метал кольоровий - 0,2—0,3%, текстиль - 4—7%, кістки - 0,5—2%, скло - 3—8%, шкіра, гума, взуття - 1—4%, каміння, фаянс - 1—3%, пластмаса - 1,5—5% та інше - 1—3%. Морфологічний склад твердих побутових відходів представлено на рисунку 1.

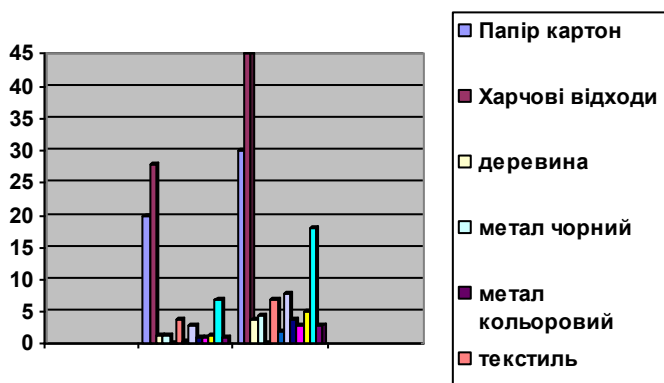


Рисунок 1 - Діаграма розподілу морфологічного складу ТПВ, %

Відсоткове співвідношення морфологічного складу ТПВ є умовним, так як на співвідношення впливає ступінь благоустрою житлового фонду, сезони року, кліматичні та інші умови. В складі ТПВ Черкаської області постійно збільшується вміст пластмаси, паперу, фольги, банок, поліетиленових плівок і інших упаковок. Особливо великі сезонні коливання харчових відходів — з 28% навесні до 45% і більше влітку та восени. В більшості випадків зберігання відходів не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам, що є одним із факторів інтенсивного забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунту, атмосферного повітря. В області налічується 477 місць видалення ТПВ згідно даних проведеної інвентаризації на території області. Найбільшим полігоном для захоронення твердих побутових відходів є полігон ТПВ м. Черкаси, на якому в 2022 році розміщено 85,7 тис. т твердих побутових відходів, що складає 39,3% від загального обсягу захоронених ТПВ в області.

Досить гострою залишається проблема надходження саме ресурсоцінних відходів на полігони та сміттєзвалища ТПВ. Тому попереднє сортування відходів перед видаленням на звалища та впровадження роздільного збирання вторинних компонентів ТПВ надасть можливість зменшити обсяги розміщення ТПВ на полігонах та сміттєзвалищах. На території населених пунктів області або на майданчиках для збору сміття встановлюються додаткові контейнери для збору вторинної сировини: макулатури, склобою, поліетиленових пляшок.

В місті Черкаси на контейнерних майданчиках багатоповерхових будинків встановлено 310 контейнерів, серед яких 250 - для пластику, 60 - для скла. Зібрані від населення та підприємств ПЕТФ-пляшки ПрАТ «Черкасивторресурси», сортують за кольорами, подрібнюють, промивають, сушать та упаковують в м'які контейнери для подальшої передачі на утилізацію іншим підприємствам. Лише за 2022 рік підприємством перероблено понад 4,2 тис. т ПЕТФ-пляшок. Слід відзначити, що упродовж останніх років активно впроваджується роздільне збирання вторинних відходів від населення, а саме в 98 населених пунктах 40 територіальних громад Черкаської області. У складі побутових відходів роздільно збираються скло, папір, пластик (ПЕТ-пляшки).

У 2022 році частка населених пунктів Черкаської області, де впроваджено роздільне збирання ТПВ до загальної кількості населених пунктів області, становить 11,4 %, що у сім разів більше порівняно із 2015

роком (1,5%). На території населених пунктів області або на майданчиках для збору сміття встановлюються додаткові контейнери для збору вторинної сировини: макулатури, склобою, поліетиленових пляшок. З метою зменшення навантаження на полігони та сміттєзвалища твердих побутових відходів в області продовжується робота щодо впровадження системи роздільного збору таких відходів від населення, проте ці заходи не забезпечують ефективного вирішення даної проблеми.

На території Черкаського полігону ТПВ функціонує конгенераційна установка ТОВ «ЛНК», що спеціалізується на виробленні електричної енергії з біогазу (рисунок 2). Організовано відвід метану, що утворюється при анаеробному розкладанні органічної складової ТПВ з тіла полігону через систему газопроводів і свердловин збору газу. За рік роботи електростанції в електричні мережі передається близько 1,9 млн кВт електричної енергії. Біогаз, що вилучається з тіла полігону, дозволяє максимально знизити ризик виникнення пожежонебезпечних ситуацій на полігоні побутових відходів.



Рисунок 2 - Конгенераційна установка ТОВ «ЛНК» на території Черкаського полігону ТПВ

Використання відходів у якості вторинної сировини є одним із головних напрямків вирішення проблеми зменшення екологічного навантаження на довкілля області. Із загальної кількості утворених відходів 63% складають відходи, які використовуються їх власниками як вторинна сировина.

Динаміку використання відходів в якості вторинної сировини в Черкаській області представлено в таблиці.

Таблиця - Динаміка використання відходів Черкаської області

Показник	Рік			
	2019	2020	2021	2022
Обсяги утворення відходів, т	1259335,5	1104654,3	1213339,9	1259075,482
Обсяги використання відходів, т	696642,3	633641,6	839603,4	791071,494
Рівень використання відходів, %	55	57	69,2	63

Згідно даних таблиці упродовж 2019 – 2022 р.р. рівень використання відходів збільшився від 55% до 69,2% в 2021 році, проте з 2021 року спостерігається зменшення на 6,2% рівня використання відходів.

Одним із найбільш ефективних шляхів вирішення даної проблеми є будівництво сміттєпереробних комплексів, які на даний час на території області відсутні. Проте будівництво таких об'єктів потребує великих капіталовкладень, яких немає в місцевих бюджетах, тому вирішення цієї проблеми полягає в залученні коштів державного бюджету та зовнішніх інвестицій.

Гречанюк Є.В.,  
аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля,  
Науковий керівник: Іщенко В.А.,  
канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля  
grechanyuk@ukr.net  
Вінницький національний технічний університет

## ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ВНАСЛІДОК НАДХОДЖЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОНЕНТІВ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ

**Анотація.** Висвітлюється проблема забруднення навколишнього середовища полімерними компонентами, які містяться в електронних відходах (WEEE). Описано основні шляхи потрапляння полімерів у природне середовище, їх вплив на екосистеми, а також на здоров'я людей. Особливу увагу приділено питанням переробки та утилізації полімерних компонентів електронних відходів, а також аналізуються існуючі технології та їх ефективність. Розглянуто можливі заходи щодо мінімізації негативного впливу полімерних матеріалів на довкілля, включаючи підходи до поліпшення регуляторних механізмів. **Ключові слова:** полімери, електронні відходи, забруднення навколишнього середовища, переробка, утилізація, екосистеми, мікропластик, токсичність, WEEE.

**Annotation.** The problems of environmental pollution by polymer components that are formed in electronic waste (WEEE) are highlighted. The main ways of passing polymers into the natural environment, their impact on ecosystems, as well as on human health are described. Particular attention is paid to the issues of processing and utilization of polymer components of electronic waste, and existing technologies and their effectiveness are also analyzed. Measures to minimize the negative impact of polymer materials on the environment, including approaches to improving regulatory mechanisms, are considered. **Keywords:** polymers, e-waste, environmental pollution, recycling, utilization, ecosystems, microplastics, toxicity, WEEE.

**Вступ.** З кожним роком обсяг електронних відходів у світі зростає експоненційними темпами. За даними ООН, у 2023 році глобальне виробництво WEEE перевищило 53 мільйони тон, і ця цифра продовжує збільшуватися [1]. Електронні відходи є складними за складом і містять небезпечні матеріали, серед яких особливої уваги заслуговують полімери. Полімерні компоненти, що входять до складу корпусів пристроїв, кабелів, ізоляції, друкованих плат та інших частин електроніки, представляють серйозну екологічну загрозу через свою хімічну стійкість, тривалий термін розкладу і токсичність [2].

Серед основних полімерів, що використовуються в електронних пристроях, є полівінілхлорид (PVC), полікарбонати (PC), полістироли, поліетилентерефталат (PET) та акрилонітрил-бутадієн-стирол (ABS) [3]. Ці матеріали, як правило, стійкі до біологічного розкладу, що призводить до їх накопичення в навколишньому середовищі. Вони також можуть містити шкідливі добавки, такі як фталати, антипірени, барвники та стабілізатори, що додатково погіршує їхній вплив на довкілля [4].

Метою даного дослідження є аналіз екологічних наслідків полімерних компонентів електронних відходів та визначення ефективних підходів до їхнього управління, включаючи утилізацію та переробку.

### Результати дослідження

#### Механізм впливу полімерних компонентів на довкілля.

Електронні відходи можуть потрапляти в навколишнє середовище на різних етапах їх життєвого циклу, включаючи виробництво, використання та утилізацію. Основні шляхи забруднення довкілля полімерними компонентами включають: 1) неправильне зберігання та утилізація; - відсутність належної інфраструктури для збору і переробки WEEE призводить до того, що полімери потрапляють на звалища, де вони можуть піддаватися фізичному та хімічному руйнуванню під впливом атмосферних факторів [5]. Це призводить до формування мікропластиків, які легко потрапляють у водні ресурси, ґрунти і навіть в атмосферу [6]. 2) спалювання відходів; - часто електронні відходи піддаються неконтрольованому спалюванню, особливо в країнах з низьким рівнем економічного розвитку, що призводить до виділення в повітря небезпечних речовин, таких як діоксини та фурані [7]. Ці сполуки є канцерогенними і можуть викликати серйозні порушення здоров'я у людей і тварин. 3) міграція хімічних речовин; - полімери можуть виділяти шкідливі добавки, такі як антипірени, що використовуються для зниження горючості матеріалів. Ці речовини можуть мігрувати в навколишнє середовище, потрапляти у воду, ґрунт і навіть продукти харчування, що становить загрозу для екосистем і здоров'я людини [8].

#### Вплив на здоров'я людини та екосистеми.

Полімери, що входять до складу електронних відходів, можуть мати низку негативних ефектів на здоров'я людини та екосистеми. Зокрема, мікропластики, які утворюються в результаті руйнування полімерів, можуть накопичуватися в харчових ланцюгах, що призводить до біоаккумуляції токсичних речовин у живих організмах [9].

Антипірени, які містяться в полімерних компонентах, мають ендокринно-руйнівні властивості. Дослідження показують, що ці хімічні речовини можуть викликати гормональні збої, а також порушення



репродуктивних функцій у людини та диких тварин [10]. Додатково, спалювання полімерів призводить до виділення канцерогенних речовин, які можуть спричинити захворювання органів дихання, шкіри та інші системні захворювання [11].

#### **Переробка та утилізація полімерних компонентів електронних відходів.**

Існуючі технології переробки полімерних компонентів WEEE можна розділити на механічну, термічну та хімічну переробку: 1) механічна переробка передбачає подрібнення матеріалів та їх подальше використання у виробництві нових виробів. Хоча цей метод є досить економічним, він не завжди ефективний, оскільки багато полімерних матеріалів не можуть бути перероблені багаторазово без втрати якості [12]. 2) термічна переробка включає спалювання полімерів для отримання енергії. Проте цей метод має значний екологічний ризик, оскільки в процесі спалювання можуть виділятися токсичні гази. 3) хімічна деполімеризація дозволяє розкласти полімери на мономерні, які можна використовувати повторно у виробництві нових полімерних матеріалів. Ця технологія має потенціал для зменшення кількості відходів, але вона ще знаходиться на етапі розвитку і потребує значних фінансових вкладень.

#### **Ефективність регуляторних механізмів.**

Управління електронними відходами потребує інтегрованого підходу, що включає міжнародне співробітництво та суворе дотримання екологічних стандартів. Європейський Союз прийняв кілька директив, спрямованих на регулювання управління WEEE, таких як Директива RoHS (обмеження використання небезпечних речовин) і Директива WEEE, яка сприяє розширеній відповідальності виробників. Проте в багатьох країнах, особливо в Африці та Азії, відсутність чіткої законодавчої бази та інфраструктури переробки залишається серйозною проблемою [13].

#### **Висновки**

Забруднення навколишнього середовища полімерними компонентами електронних відходів представляє серйозну екологічну проблему глобального масштабу. Неправильне управління цими відходами сприяє накопиченню токсичних речовин у довкіллі, що негативно впливає на екосистеми та здоров'я людини. Рішенням цієї проблеми можуть стати розвиток ефективних технологій переробки, впровадження нових екологічно безпечних матеріалів, а також вдосконалення регуляторних механізмів на національному та міжнародному рівнях. Для мінімізації екологічного навантаження потрібне активне міжнародне співробітництво і розробка нових технологічних рішень, що дозволяють більш ефективно управляти електронними відходами та зменшувати їхній негативний вплив на довкілля.

#### **Список використаної літератури**

- [1] Balde, C.P., Wang, F., Kuehr, R., Huisman, J. (2015). "The Global E-Waste Monitor." United Nations University.
- [2] Kang, H.Y., Schoenung, J.M. (2005). "Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options." *Resources, Conservation and Recycling*, 45(4), 368-400.
- [3] Brems, A., Baeyens, J., Dewil, R. (2012). "Recycling and recovery of post-consumer plastic solid waste in a European context." *Thermal Science*, 16(3), 669-685.
- [4] Alabi, O.A., Ologunagba, F.O., Alade, G.O. (2019). "Health risks of electronic waste workers in Nigeria." *Environmental Science and Pollution Research*, 26(3), 2355-2366.
- [5] Leung, A.O.W., Duzgoren-Aydin, N.S., Cheung, K.C., Wong, M.H. (2008). "Heavy metals concentrations of surface dust from e-waste recycling and its human health implications in Southeast China." *Environmental Science and Technology*, 42(7), 2674-2680.
- [6] Prata, J.C., da Costa, J.P., Lopes, I., Duarte, A.C., Rocha-Santos, T. (2020). "Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects." *Science of The Total Environment*, 702, 134455.
- [7] Wang, F., Kuehr, R., Ahlquist, D., Li, J. (2013). "E-waste in China: A country report." United Nations University.
- [8] Tansel, B. (2017). "From electronic consumer products to e-wastes: Global outlook, waste quantities, recycling challenges." *Environment International*, 98, 35-45.
- [9] Gu, Y., Wu, Y., Xu, M., Wang, H., Zuo, T. (2017). "Waste electrical and electronic equipment (WEEE) recycling for a sustainable resource supply in the electronics industry." *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 108-118.
- [10] Chen, D., Bi, X., Zhao, J., Chen, L., Tan, J. (2015). "Pollution characteristics and health risk of heavy metals in street dusts from different functional areas in Chengdu, China." *Environmental Science and Pollution Research*, 22(4), 2449-2460.
- [11] Hadi, P., Xu, M., Lin, C.S.K., McKay, G. (2015). "Waste printed circuit board recycling techniques and product utilization." *Journal of Hazardous Materials*, 283, 234-243.
- [12] Ramesh, S., Ong, B.H., Wong, Y.C., Tan, C.Y., Ramesh, K. (2019). "Recycling of waste materials for polymeric composites – An overview." *Polymer Composites*, 40(S1), 33-42.
- [13] Asante, K.A., Agusa, T., Biney, C.A., et al. (2012). "Multi-Trace Element Levels and Arsenic Speciation in Urine of E-Waste Workers at Agbogbloshie, Ghana." *Science of the Total Environment*, 424, 63-73.

Душкін С.С.,  
к.т.н., доц, доцент кафедри екології,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
[d.akass@ukr.net](mailto:d.akass@ukr.net)

## ПОРУШЕННЯ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ В НАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ

Широке використання зброї різного типу під час російської агресії проти України призвело до гуманітарної катастрофи. Вибухонебезпечні предмети, що залишилися після бойових дій, становлять смертельну загрозу для населення і перешкоджають поверненню людей до своїх домівок. Забруднення територій вибухонебезпечними предметами є значною проблемою, яка ускладнюється тим, що військові дії знищують навколишнє природне середовище, прийнятне та безпечне для нашого життя та здоров'я, завдають йому незворотної шкоди. Для фіксації масштабів екологічних правопорушень, допущених під час ведення воєнних дій, необхідно ввести в дію ефективну систему обліку. Методика визначення розміру шкоди завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану, затверджена 4 квітня 2022 року, встановлює порядок визначення розміру шкоди, завданої земельним ресурсам внаслідок забруднення ґрунтів. Цей документ є важливим інструментом для притягнення винних до відповідальності та відшкодування завданих збитків.

Забруднення мінами має руйнівні наслідки для навколишнього середовища. Неконтрольовані пожежі, спричинені вибухами, знищують ліси, що призводить до ерозії ґрунтів, забруднення водою та зменшення біорізноманіття. Отруєні ґрунти роблять неможливим сільське господарство, а загибель тварин порушує природний баланс. Інформаційний ресурс Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України став незамінним джерелом даних про стан довкілля в умовах воєнного часу. «ЕкоЗагроза» містить детальну інформацію про загрози довкіллю, включаючи матеріали Державної екологічної інспекції Поліського округу щодо розрахунків збитків, заподіяних військовими діями. Слід зазначити, що утворені відходи зумовлені лише безпосередньо знищеною технікою окупантів і не враховують обсяги відходів, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій із застосуванням тієї ж техніки, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків.

Детонація ракет, артилерійських снарядів, фугасних авіабомб зумовлює утворення чадного, вуглекислого газу, водяної пари, закису азоту, діоксиду азоту, формальдегіду, пари ціанистої кислоти, азоту, а також великої кількості токсичної органіки, що потрапляють у ґрунти. Так, в ґрунті відзначається перевищення вмісту ртуті, цинку та кадмію у вісім разів, також фіксується високий вміст міді, нікелю, свинцю, фосфору та барію. Наприклад при згоранні 1 кілограма ракетного палива, яке використовується у ракетних установках типу «Ураган» або «Град», супроводжується утворенням ряду токсичних компонентів: СО до 416,2 г, С до 86,4 г, Рb до 6,7 г, РbО до 1,8 г, NO до 161,6 г, NO<sub>2</sub> до 2,9 г, CH<sub>4</sub> до 55,0 мг, NH<sub>3</sub> до 0,3 г, HNO<sub>2</sub> до 0,4 г, HCN до 5,2 г.

Руйнування верхнього плідючого пласту ґрунту, який створювався протягом століть, чиниться внаслідок вибухів ракет, артилерійських снарядів різних типів, фугасних авіабомб, безпілотників, мін та снарядів різних типів РСЗО. Внаслідок вибуху артилерійського снаряду калібру 122 мм утворюється воронка діаметром від 2,5 до 4 метрів і глибиною 0,4-0,7 м. При вибуху снаряда калібру 203 мм воронка збільшується до 5-7 метрів у діаметрі та має глибину 2-3,5 м. Вибух фугасної авіаційної бомби, наприклад, ФАБ-500, створює воронку діаметром 6,5-8 м та глибиною 1,5-2 м, а при детонації бомби ФАБ-1500 утворюється воронка діаметром 20-25 м і глибиною 5-7 м. Вибух авіабомби вагою 250 кг вивертає приблизно 375 кубометрів ґрунту. 375 м<sup>3</sup> ґрунту.

Одним із варіантів відродження постраждалих ґрунтів може бути створення «червоних зон» на територіях, де велися інтенсивні бойові дії. Таку ініціативу пропонують спеціалісти з Української Природоохоронної Групи (UNCG). За їхніми словами, це дозволить виконати вимоги законодавства України з консервації земель та запобігання перетворення цих територій на пустелю, а також Європейської стратегії захисту біорізноманіття до 2030 року, а саме виведення з обробітку 30 % усіх сільськогосподарських земель.

Очистити та повернути якнайшвидше у господарське використання землі та інфраструктуру, створити безпечні умови для населення є одним з ключових завдань гуманітарного розмінування. Проте очищення території та її звільнення ще не є достатнім для безпечного її подальшого використання, адже продовжують бойові дії, отже необхідним буде проведення комплексних ґрунтовних екологічних досліджень щодо забруднення навколишнього середовища та ґрунту, зокрема, як основи продовольчої безпеки.

*Жмуд В.В.,  
Здобувачка вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
Спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Гребенюк Т.В.,  
к.т.н., доцент, доцент кафедри геоінженерії НН ІЕЕ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
[egosummorstua@gmail.com](mailto:egosummorstua@gmail.com)*

## **ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ ДЛЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ**

Війна в Україні залишає незгладимий слід не лише на людських життях, але й на природі. Від масштабних руйнувань природних ландшафтів до забруднення водойм і загибелі унікальних видів тварин, екологічні наслідки конфлікту вражають своїм масштабом. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, збитки довкіллю обчислюються мільярдами доларів, а екосистеми, що постраждали, можуть потребувати десятиліть для відновлення. Вплив війни на природу вже ставить під загрозу майбутнє регіону та його жителів. Розглянемо наслідки для тварин, екосистем, комах, а також можливі шляхи розв'язання цих проблем.

Вплив на тваринний світ.

Бойові дії та їхні наслідки створюють значні виклики для виживання дикої фауни України. Вибухи, пожежі, забруднення ґрунтів і вод ставлять під загрозу середовище проживання багатьох видів. За даними екологів, лише під час боїв у Харківській та Донецькій областях було знищено понад 6000 гектарів лісів, які слугували притулком для численних тварин, включаючи рідкісних бурих ведмедів, рися й кабанів. У Національному природному парку «Святі гори» в Донецькій області зафіксовані випадки загибелі сотень тварин, зокрема червонокнижних видів, через пожежі, спричинені обстрілами.

Окрім прямої загибелі тварин, руйнування середовища проживання порушує природні міграційні маршрути. Наприклад, унаслідок боїв поблизу Дніпра постраждали традиційні маршрути міграції багатьох видів водоплавних птахів, включаючи лебедів, чапель та качок. За оцінками експертів, більше 15% популяції водоплавних птахів змушені змінювати свої шляхи міграції через забруднення вод і шумове забруднення. Через це порушується їхнє розмноження та здатність виживати.

Руйнування екосистем.

Однією з наймасштабніших екологічних катастроф під час війни став підлив Каховської ГЕС у червні 2023 року. Внаслідок вибуху в Дніпро потрапили сотні тонн нафти, що створило серйозну загрозу для водних ресурсів та екосистем на всій території Півдня України. Загальний збиток від цього інциденту оцінюється в понад 1,5 мільярда гривень. Забруднення призвело до масової загибелі риби й загрожує водоплавним птахам, а також усім тваринам, які залежні від річкових вод.

Іншим серйозним ударом по екосистемах стало руйнування промислових об'єктів. Унаслідок обстрілів у Донецькій області було пошкоджено десятки промислових комплексів, зокрема хімічних заводів. У результаті в навколишнє середовище потрапили небезпечні речовини, зокрема важкі метали, такі як кадмій, ртуть та свинець. За оцінками, понад 20% ґрунтів у прифронтових областях зазнали забруднення, що загрожує здоров'ю не лише тварин, але й людей, які проживають у цих регіонах. Ґрунти, забруднені важкими металами, можуть зберігати токсичність десятиліттями, що унеможливує їх використання для сільського господарства.

Вплив на комах.

Комахи – основні учасники багатьох екосистем, виконують важливі функції: запилення, розкладання органічної речовини та харчування для інших видів. Проте їхні популяції зменшуються через забруднення ґрунтів і вод, а також внаслідок використання вибухових речовин. Зокрема, бджоли, які є критично важливими для запилення сільськогосподарських культур, зазнали значних втрат через хімічне забруднення полів та руйнування середовищ існування.

За даними Союзу бджолярів України, у регіонах, де тривають активні бойові дії, популяція бджіл скоротилася на 30%, що суттєво впливає на сільське господарство. Зниження популяцій комах-запилювачів призводить до падіння врожайності фруктів, овочів та інших культур. Це може мати серйозні економічні наслідки для сільського господарства України, яке відіграє важливу роль у світовому продовольчому ринку.

Загрози для майбутнього.

Екологічні наслідки війни в Україні можуть мати глобальний характер. Забруднення річок, наприклад, може досягти Чорного моря, впливаючи на морську екосистему та рибальські промисли в усьому регіоні. Крім того, забруднення водних ресурсів важкими металами та хімічними речовинами може проникнути в ґрунтові води, що несе небезпеку не лише для природи, а й для мільйонів українців, які залежать від цих водних ресурсів.

Таблиця 1. Зміни популяції тварин до війни та станом на сьогодні (у відсотках зниження)

Вид тварини	Популяція до війни (2021 рік)	Популяція на 2023 рік	Зміна у відсотках
Бурий ведмідь	~300 особин	~250 особин	-16.7%
Рись	~500 особин	~400 особин	-20%
Європейський зубр	~400 особин	~350 особин	-12.5%
Сірий вовк	~2500 особин	~2000 особин	-20%
Кабарга (європейський олень)	~7000 особин	~6000 особин	-14.3%
Дикі кабани	~10,000 особин	~8,000 особин	-20%
Чапля сіра	~15,000 особин	~12,000 особин	-20%
Лебідь-шипун	~50,000 особин	~40,000 особин	-20%
Популяція бджіл	~100% (з довоєнного рівня)	~70%	-30%

Відсутність біорізноманіття в певних регіонах також може викликати швидке поширення інвазивних видів, таких як амброзія, яка витісняє місцеву флору і може призвести до додаткових екологічних проблем. Це особливо актуально в південних регіонах, де кліматичні умови сприяють поширенню таких інвазивних видів. Ці фактори можуть призвести до довготривалих екологічних проблем, зокрема до ерозії ґрунтів, погіршення якості води та збільшення частоти алергічних захворювань у людей.

Шляхи розв'язання та пом'якшення наслідків військових дій.

1. Міжнародна підтримка та екологічна допомога. Для відновлення постраждалих екосистем необхідна міжнародна фінансова й технічна допомога. На основі попередніх прикладів, таких як післявоєнне відновлення Югославії, ефективні програми відновлення природних ресурсів можуть суттєво допомогти в подоланні наслідків війни. Очищення забруднених територій, відновлення лісових масивів та захист залишків біорізноманіття мають бути пріоритетом.

2. Розширення природоохоронних територій. Для збереження видів, які залишилися, необхідно створювати нові заповідні території та природні парки в безпечних районах. Українські природоохоронні організації вже працюють над проєктами з відновлення заповідників, однак для досягнення суттєвих результатів потрібне міжнародне фінансування. Введення суворих обмежень на полювання та риболовлю в таких зонах допоможе зберегти рідкісні види.

3. Відновлення популяцій комах-запилувачів. Сільське господарство має перейти на більш екологічні методи обробки ґрунтів, зокрема зменшення використання пестицидів та створення зелених зон для бджіл та інших комах. Це сприятиме не лише відновленню популяції бджіл, але й підвищенню врожайності. Наприклад, в ЄС такі програми підтримки запилювачів значно покращили врожаї в багатьох регіонах.

4. Моніторинг та дослідження впливу бойових дій на екосистему. Важливо впроваджувати довгострокові наукові дослідження для оцінки впливу війни на екосистеми. Українські екологи спільно з міжнародними експертами можуть створити системи моніторингу, які дозволять оцінювати стан довкілля та ефективність заходів з відновлення природи.

5. Інформаційні кампанії та залучення громадськості. Громадяни України повинні усвідомлювати екологічні наслідки війни та брати участь у відновленні природи. Це можуть бути волонтерські програми з висадки дерев, очищення територій, а також екологічні освітні проєкти для молоді.

**Висновки.** Війна завдала глибоких ран екології України, зокрема тваринному світу, водоймам, ґрунтам та комахам-запилувачам. Без скоординованих зусиль на державному та міжнародному рівнях відновлення довкілля може тривати десятиліттями. Природні ресурси, зруйновані бойовими діями, є безцінними, і збереження та відновлення цих екосистем потребує негайної дії. Лише завдяки спільним зусиллям можна зберегти природне багатство України для майбутніх поколінь.

*Хандусь Б.Ю.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Єгорова О.В.,  
к.т.н., доц., доцент кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
ok.yehorova@chdtu.edu.ua*

## **ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ГРАНІТНОГО КАР'ЄРУ**

Охорона навколишнього середовища є однією з найактуальніших і найнеобхідніших задач сучасності. Сучасний світ стикається з численними екологічними проблемами, такими як забруднення повітря і води, зміна клімату, знищення біорізноманіття та деградація природних ресурсів. Ці проблеми не лише загрожують природному середовищу, але й мають серйозні наслідки для здоров'я людей, економічної стабільності та соціального благополуччя.

Гранітні кар'єри, що забезпечують важливі будівельні матеріали, відіграють значну роль в економіці, але їхній вплив на навколишнє середовище часто залишається недооціненим. Інтенсивна експлуатація кар'єрів має суттєвий вплив на навколишнє середовище, і це стає особливо актуальним у контексті змін клімату та глобального потепління.

Одним із перших і найочевидніших наслідків експлуатації гранітних кар'єрів є деформація природного ландшафту. Процеси видобутку потребують значних площ, які очищуються від рослинності. Це призводить до втрати природних форм рельєфу, руйнування природних водойм і навіть зміни мікроклімату в регіоні. Внаслідок цього може погіршуватися якість ґрунту, що у свою чергу негативно впливає на сільське господарство.

Видобуток граніту безпосередньо впливає на місцеву флору і фауну. Багато видів, що мешкають у районах, де ведеться видобуток, можуть бути під загрозою зникнення. Розчищення земель для кар'єрів призводить до знищення місць проживання, що негативно позначається на біорізноманітті. Це може викликати ланцюгову реакцію, де втрата одного виду тягне за собою загибель інших, залежних від нього.

Процеси видобутку супроводжуються виведенням відходів і використанням хімічних речовин, які можуть потрапляти в підземні і поверхневі води. Забруднення води не лише шкодить екосистемам, а й ставить під загрозу здоров'я людей, що проживають поблизу. Наявність важких металів та інших токсичних елементів у воді може призвести до серйозних захворювань, а також негативно вплине на сільське господарство, оскільки забруднена вода потрапляє в поля.

Шумові та пилові забруднення, які виникають під час видобутку, є ще одним негативним аспектом. Пил, що піднімається під час роботи кар'єрів, може призводити до проблем із дихальними шляхами у людей і тварин. Крім того, шум від видобутку і транспортування граніту може негативно вплинути на здоров'я місцевих жителів, заважаючи їм вести звичайний спосіб життя і відпочивати.

Гранітні кар'єри здатні істотно змінювати гідрологічний режим території. Вони можуть призводити до зміни природного стоку води, що впливає на вологість ґрунтів і рівень води в ріках та ставках. Це може викликати проблеми з водопостачанням як для людей, так і для тварин, які залежать від цих водних ресурсів.

Діяльність кар'єрів може також викликати соціальні конфлікти. Місцеві громади часто стикаються з проблемами, пов'язаними з правами на землю, ресурсами та відшкодуванням збитків. Відкриття кар'єрів може призвести до втрати землі, яка має культурне або історичне значення, що викликає обурення серед місцевих жителів.

Одним із способів пом'якшення негативного впливу гранітних кар'єрів є рекультивация. Після закриття кар'єрів важливо відновлювати екосистеми, що дозволяє зменшити довгострокові екологічні наслідки. Рекультивация може включати посадку дерев, створення нових водойм і відновлення природних середовищ для місцевої флори та фауни.

Гранітні кар'єри, хоча й є важливим джерелом матеріалів для будівництва, мають значний вплив на навколишнє середовище. Деформація ландшафту, втрата біорізноманіття, забруднення води, шум і пил, зміна гідрологічних умов і соціальні конфлікти – все це свідчить про необхідність впровадження екологічних норм і практик, які дозволять мінімізувати негативні наслідки. Залишається важливим знаходження балансу між економічними інтересами і збереженням природи, адже здорове середовище є запорукою добробуту як людей, так і природних екосистем.

Халмурадов М.І.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
науковий керівник: Демчук Л.Л.,  
к.пед.наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка», м.Житомир

## ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ SALICACEAE В ОЗЕЛЕНЕННІ М. ЖИТОМИРА

Збільшення асортименту декоративних форм вербових в озелененні населених міст призведе до поліпшення екологічної ситуації в цілому, адже позитивний вплив швидкоростучих широколистяних порід є безперечним. Наразі в містах України асортимент культиварів роду *Salicaceae* є доволі обмеженим, вони не набули популярності в приватному секторі та не мають широкого застосування на садово-паркових об'єктах, тому переважно використовуються при озелененні берегів водойм для укріплення берегової лінії. Перевагами представників вербових для екологічно орієнтованого озеленення є здатність до швидкого росту, невибагливість до родючості ґрунту та витривалість при затопленні ґрунтів водночас переважна більшість культиварів верб добре переносять складні техногенні умови та стрижку, при цьому зберігаючи високу декоративність та естетичну привабливість. Вивчення особливостей розмноження вербових та надання оцінки екологічної ролі в озелененні урбокомплексів є актуальним та необхідним для сучасного зеленого господарства країни. Традиційним для Українських населених місць є використання представників роду *Salicaceae* для укріплення та оздоблення берегів водойм, закріплення від водної та вітрової ерозії схилів, останніми роками набуває популярності плантаційне вирощування високоенергетичних швидкоростучих насаджень верби як палива, широкого застосування види цього роду набули в зеленому господарстві при озелененні промислових зон та селітебних територій. Вербі в Україні є аборигенним родом, однак багато видів було інтродуковано за останні два сторіччя. Високий рівень акліматизації проявили при інтродукції верба цілолиста (*S. integra* Thunb.) та верба тонколиста (*S. tenuifolia* Turcz.) а також інші декоративні форми та культивари, гібриди верб.

В зеленому господарстві високо цінуються такі властивості верб як стійкість до хвороб та шкідників, витривалість, здатність виносити різні рівні техногенного навантаження, швидке відновлення після омолоджувальних стрижок, висока естетичні та декоративні при солітерному, рядовому та груповому використанні в садово-паркових ансамблях, саме тому широкого використання набули в населених містах верби як аборигенних так і інтродукованих видів.

Для озеленення міських територій широко використовують вербу білу (*S. alba*), переважно її плакучу форму '*Vitellina pendula*', плакуча крона цього виду надає високої декоративності рядовим та груповим посадкам в урбокомплексах, також широкого застосування у садово-парковому будівництві набули культивари верби повислої, а саме верби чарівна (*S. alba blanda*) та вишукана (*S. alba elegantissima*), які мають естетично привабливі червонувато-коричневі пагони та розлогу крону з повислим гіллям. В приватному секторі набувають популярності карликові форми та гібриди інтродукованих видів верб, для озеленення прибудинкових територій використовують верби кущової життєвої форми такі як верба трав'яниста, верба туполиста, верба сітчаста, верба альпійська, верба круглолиста всі вони являють розлогі кущі висотою до 30-50см з сланкими гілками.

Інтродуковані види верб використовують для створення тематичних садів наприклад в східному стилі у місцях загального призначення, дослідних ділянок у ботанічних садах, та слугують високоцінним матеріалом для розширення асортименту зеленого господарства міст, оскільки зберігають свої біологоекологічні особливості у нових умовах існування. Культивари інтродукованих видів доволі часто мають виразну фактуру листя, яскраве забарвлення, деяким гібридам верб притаманна пістрявість та нестандартне забарвлення пагонів та листя, що в свою чергу надає виразності та неповторності ландшафтним об'єктам в населених містах.

Представники роду верба завдяки високій декоративності та розлогості крон доволі часто використовуються як солітери на рекреаційних об'єктах, рядові посадки верб у гідропарках не втрачають своєї популярності у новітній концепції реставрації прогулянкових ділянок, адже аборигенні види верб є традиційними в садово-парковому будівництві.

Використання верб в якості живополтів не розповсюджено, водночас верби широко використовуються для створення захисних розривів, так званих захисних зон, між селітебними та промисловими зонами в урбокомплексах, доволі часто ці швидкоростучі породи використовують при створенні захисних смуг вздовж залізничних колій та автомобільних трас в містах де необхідно створити щільний каркас з зелених насаджень, при цьому використовують верби які мають життєву форму -кущ. Саме тому верби набули великої популярності та широкого застосування в зеленому господарстві та садово-парковому будівництві України, водночас існує нагальна потреба у вивчені екологічної ролі представників роду верба

в системі озеленення міста, та визначенні впливу представників роду верба на навколишнє середовище міста Житомира.

Актуальність досліджень пов'язана з вивченням асортименту верб що зростають у зелених насадженнях міста Житомир, отже при проведенні вивчення асортименту представників роду верба нами було визначено наступні аборигенні та інтродуковані види: аборигенний вид – Верба Біла (*S. Alba*); аборигенний вид — Верба Біла форма плакуча (*S. Alba* 'Vitellina pendula'); аборигенний вид - Верба ламка (*Salix fragilis* L.) аборигенний вид - Верба Пурпурова форма 'Граціозна' (*S. purpurea* f. 'Gracilis'); аборигенний вид - Верба Козяча форма 'Повзуча' (*S. caprea* f. 'Repens'); інтродукований вид - Верба Сива (*Salix elaeagnos* Scop.); інтродукований вид - Верба Каспійська (*S. caspica* Pall.); інтродукований вид - Верба Матсудина форма 'Звивиста' (*S. matsudana* 'Tortuosa'). Вище перелічені види зростають в зелених насадженнях міста.

Під час виконання роботи, були визначені види роду Salicaceae перспективні для екологічно орієнтованого використання при веденні зеленого господарства в місті Житомир. Проаналізувавши отримані результати, отримано наступні висновки:

1. Основна екологічна роль представників роду Верба – поліпшення мікроклімату міста, поглинання вуглекисню та концентрування і утримання пилу та важких металів на одиниці площі, висока декоративність та екологоестетична привабливість. В насадженнях Житомира переважно представлено 5 аборигенних видів та 3 інтродукованих види роду Salicaceae.

2. При проведенні досліджень визначено що глибока омолоджувальна обрізка життєвої форми — дерево для представників роду Salicaceae у м. Житомир позитивно впливає на процеси омолодження, естетичного вигляд повертається на 2-3 рік після проведення обрізки, понад 90% дерев набувають попередніх габітусів крон.

3. Представники роду Вербових (Salicaceae) в насадженнях м. Житомир є зимостійкими, посухостійкими та газостійкими в техногенних умовах урбокомплексу. Всі досліджувані види мають високу тургоризесцентність на рівні >78%, що свідчить про високу життєздатність та пристосованість до техногенних умов Житомира.

4. При оцінці посухостійкості представників роду вираховувалась залежність між рівнем посухостійкості видів та поліпшенням мікроклімату (утримання вологи в повітрі) в середовищі їх існування в процесі досліджень виявлена пряма залежність коефіцієнт кореляції — 0,86.

5. Згідно розрахунку акліматизаційного числа всі інтродуковані види Верба Сива (*S. elaeagnos* Scop.) - 90; Верба Каспійська (*S. caspica* Pall.) - 80; Верба Матсудина форма 'Звивиста' (*S. matsudana* 'Tortuosa') - 80 адаптувались до умов міста Житомир, та є перспективними.

Основні рекомендації щодо подальшого використання представників роду Вербових (Salicaceae) в техногенних умовах міста полягають:

1. У створенні оптимальних умов зволоження, для збереження декоративності та еколого-естетичної привабливості верб в місті необхідно проводити полив насаджень не рідше 1 разу на тиждень при мінімальній кількості опадів ( менше 100 мм на 10 діб) у вегетаційний період.

2. Рекомендуємо проводити глибоку омолоджувальну обрізку 1 раз на 5 років, за цей термін рослини омолоджуються та повертаються до попередніх габітусів крон.

3. Оскільки асортимент роду Вербових (Salicaceae) в зеленому господарстві м. Житомир доволі обмежений рекомендуємо збагатшувати асортимент за рахунок введення в насадження декоративні інтродуковані види.

Отже, досліджувані види є перспективними для подальшого застосування в системі озеленення міста Житомира та можуть використовуватись в насадженнях за умови забезпечення їх достатньою кількістю вологи, адже при вирощуванні в умовах що не відповідають вимогам видів верби втрачають еколого-естетичне привабливість (декоративність) та набувають ксерофітних ознак: ажурності крони, зменшується площа та форма листової пластини, стовбур та листя втрачає забарвлення.

1. Kotsiuba I., Herasymchuk O., Shamrai V., Lukianova V., Anpilova Y., Rybak O., Lefter I. A Strategic Analysis of the Prerequisites for the Implementation of Waste Management at the Regional Level. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24(1). P. 55-66.

2. Рибак О.С., Пацева І.Г. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИКОРΟΣЛИХ РОСЛИН ДЛЯ ЕКСПЕНСИВНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ ДАХІВ В ЗОНІ ПОЛІССЯ. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1(52), Т.2. С. 168-171.

3. Рибак О. «Зелений дах-біорізноманіття»: технології будівництва, утримання, обслуговування й особливості контролю біотичного складника. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2023. № 5/(142). С. 35-41.

4. Рибак О.С., Пацева І.Г. Екологічні основи аналізу впливу «зелених» дахів на міський клімат в урбоценозах. *Вісник хмельницького національного університету*, 2023 (327). 5(2). С. 103-107.

5. Рибак О., Пацева І. Зелені дахи як елемент децентралізованого управління дощовою водою. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 2023. 2. С. 40–46, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-2-6>

Касмінюк Д.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Кравчук-Ободзінська Т.В.,  
асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[ke\\_ktv@ztu.edu.ua](mailto:ke_ktv@ztu.edu.ua)

## ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДОСЛІДЖЕННЯ НАКОПИЧЕННЯ ОСАДУ НА ТЕРИТОРІЇ ОЧИСНИХ СПОРУД КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Сьогодні однією з основних глобальних екологічних проблем, без вирішення якої неможливий подальший розвиток суспільства, є неконтрольоване масове утворення та накопичення відходів. Ці відходи, накопичуючись на спеціально відведених та несанкціонованих територіях, негативно впливають не лише на навколишнє середовище (створюючи ризики виникнення пожеж, виділяючи парникові гази, забруднюючи ґрунти та підземні води важкими металами і іншими небезпечними речовинами), а й на здоров'я людей[1]. Одним із видів таких небезпечних відходів є органічні відходи, тому протягом останніх десятиліть науковці з різних країн світу активно досліджують можливості їх повторного використання. До цієї категорії відходів належать відходи видобутку вугілля, осади стічних вод (ОСВ), органічна складова твердих побутових відходів, а також відходи, що виникають у процесі виробництва біогазу (відпрацьована біомаса). Особливу увагу серед зазначених відходів приділяють можливостям повторного використання осадів стічних вод, які утворюються після етапу біологічного очищення[1,2].

У розвинених країнах світу осад стічних вод вже давно ефективно застосовують у різних промислових сферах: як добриво в сільському господарстві, як складову живильних сумішей для рекультивациі кар'єрів і сміттєзвалищ, для виготовлення будівельних матеріалів, для отримання біопального та електроенергії, а також для виділення цінних компонентів, таких як азот і фосфор. В Україні, на відміну від багатьох інших країн, питання використання осадів стічних вод є надзвичайно важливим, оскільки на території країни вже накопичено понад 5 мільярдів тонн осадів, до яких щорічно додається близько 3 мільйонів тонн. Це створює потребу у визначенні найбільш ефективного способу їх утилізації[2,3].

Одним із можливих підходів є застосування осадів у складі субстрату для біологічної рекультивациі деградованих земель. Цей метод допоможе вирішити кілька екологічних і економічних питань: зменшити обсяги осадів, відновити порушені території та знизити витрати, пов'язані з проведенням біологічної рекультивациі.

До нещодавнього часу основними методами утилізації осадів стічних вод були скидання в океан та зберігання на мулових майданчиках. Однак ці методи є дорогими та екологічно недоцільними. Тому в останні десятиліття почали активно впроваджувати інші способи утилізації осадів стічних вод, такі як спалювання, використання в сільському господарстві як добрива, проведення біологічної рекультивациі кар'єрів та звалищ, виробництво будівельних матеріалів, отримання біопалива та електроенергії, а також виділення цінних елементів, таких як азот і фосфор[4].

Завдяки своїй високій поживній цінності для рослин (значна концентрація біологічно доступних азоту, фосфору та калію) осади з каналізаційних стічних вод можуть активно використовуватися як органічні добрива для вирощування сільськогосподарських культур[1,2].

Однак, протягом років накопичення на мулових полях, осадові стоки можуть містити високі концентрації небезпечних сполук, таких як важкі метали. Якщо їх використовувати як добрива в сільському господарстві, це може негативно вплинути не лише на рослини, а й на ґрунт. Тому, щоб уникнути негативного впливу осадових стоків на рослинність та ґрунти, необхідно проводити моніторингові дослідження накопичених на мулових полях осадів. Це дозволить визначити вміст як поживних, так і небезпечних речовин. Процеси попередньої обробки осадів, які включають стабілізацію за допомогою вапна, компостування, аеробне або анаеробне перетворення, а також зневоднення та сушіння, мають велике значення в утилізації осадів стічних вод.

### Список використаної літератури

1. Іванченко, О. Л., Прокопчук, Н. Ю. Екологічна оцінка осадів та аналіз їх використання як вторинного ресурсу. *Екологічні технології та моніторинг*. 2021. 13(1), 42-48.
2. Мельник, С. О., Захарова, І. В. Перспективи утилізації осаду стічних вод з метою мінімізації екологічного навантаження. *Екологічна безпека та природокористування*. 2020. 9(3), 85-91.
3. Голуб, О. П., Сидорчук, Т. С. Методичні підходи до екологічного моніторингу стану осаду на очисних спорудах. *Журнал екологічних досліджень та інновацій*. 2022. 6(1), 72-79.
4. Kotsiuba I., Lyko, S., Lukianova, V., Anpilova, Y. Науково-теоретичне обґрунтування накопичення твердих побутових відходів Житомирщини. *Екологічна безпека та природокористування*. 2020. 36(4), 56–65. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2020.4.56-65>



Коновалюк С. Ю.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»,  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Алпатова О. М.,  
к. б. н., доц., доцент, кафедра екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
svitozarkon@gmail.com

### КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ЕНЕРГОРЕСУРС»

Оцінка впливу на довкілля призначена для виявлення характеру, інтенсивності і ступеня небезпеки впливу будь-якого виду планованої господарської діяльності на стан довкілля і здоров'я населення. Вимоги до проведення оцінки впливу на довкілля визначені в законі України "Про оцінку впливу на довкілля". ОВД проводиться в разі провадження планової діяльності, що може завдати значного впливу на довкілля. Важливим елементом процедури з оцінки впливу на довкілля є залучення громадськості до обговорення шляхом проведення громадських слухань. Вони є обов'язковими в процесі ОВД. Порядок проведення громадського обговорення в рамках оцінки впливу на довкілля визначено у Постанові.

Планованою діяльністю ТОВ «Альтернативний енергоресурс» є оброблення відходів, що не є небезпечними, потужністю менше 100 т на добу, та належить до другої категорії планованої діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля та підлягають оцінці впливу на довкілля згідно частини 3 статті 3 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля».

Відповідно до аналізу законодавчих вимог щодо ОВД та поточної практики їх впровадження, процедура ОВД складається з шести кроків, які в цілому можна виконати приблизно за шість місяців. Водночас, у проведенні ОВД виявлено деякі проблемні моменти, вирішення яких підвищить її ефективність. Слід зазначити, що для оцінки впливу планованої діяльності на довкілля необхідно усвідомлювати, що фактори впливу за характеристиками бувають дуже різноманітні. Тому, під час виконання робіт зі складання Звітів з ОВД планованої діяльності, розробники стикаються з проблемою визначення, класифікації та кількісного оцінювання впливу планованої діяльності на довкілля.

При проведенні ОВД детально розглядається технологічна частина проекту, визначаються основні положення щодо очікуваного впливу на довкілля. Також обґрунтовуються цілі, строки реалізації проектних пропозицій та місце розташування майбутнього підприємства. Якісне оцінювання впливів без прив'язки до шкали оцінювання недостатньо інформативне, тому необхідно розробити методику комплексного оцінювання критеріїв впливу планованої діяльності на довкілля, де кількісний вимір кожного впливу на навколишнє середовище базуватиметься на оцінюванні важкості екологічних наслідків планованої діяльності. Реально оцінити рівень впливу діяльності може лише ґрунтовне дослідження вже діючого об'єкту. Оцінка впливу за відомими методиками вимагає проведення розрахунків на базі даних моніторингу, літературних джерел, нормативних документів або експериментальних досліджень. Але на етапі оцінювання впливу планованої діяльності такі дані відсутні, однак їх можна отримати використовуючи метод експертних оцінок. Для ефективної оцінки впливу планованої діяльності на довкілля необхідно скласти перелік обов'язкових та додаткових критеріїв впливу планованої діяльності на навколишнє середовище, що доцільно визначати під час розробки Звіту з ОВД. Важливою складовою аналізу є визначення видів впливу цих критеріїв та надання їм характеристик. Кожен з видів впливу буде оцінюватись у балах за шкалою екологічної небезпеки. Також необхідно запровадити шкалу оцінювання сумарної небезпеки впливу планованої діяльності з п'ятьма градаціями небезпеки: низька, помірна, середня, висока, надзвичайно висока.

#### Список використаної літератури

- 1.Хрутьба Ю.С., Пацева І.Г., Алпатова О.М., Хрутьба О.В., Пацев І.С. Концепція GreenPM в управлінні природоохоронними проектами в контексті сталого розвитку. Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2024. Вип. 1. С. 82-88.
- 2.Пацева І.Г., Корбут М.Б., Алпатова О.М., Пацев І.С. Аналіз стійкості деревних порід рослин у міських умовах. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52), Т. 2. С. 76-78.
- 3.Пацева І., Алпатова О., Рибак О., Циганенко-Дзюбенко І., Медвідь О. Озеленення даху як захід по адаптації зміни клімату на прикладі м. Житомир. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2022. Вип. 3. С. 67–74.
- 4.Пацева І.Г., Алпатова О.М., Демчук Л.І., Кірейцева Г.В., Левицький В.Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. Екологічні науки : науково-практичний журнал. 2022. Вип. 4 (43). С.19-22.
- 5.Алпатова О.М., Пацева І.Г. Біоіндикаційна оцінка стану забруднення екосистем ґрунту вздовж автомобільних доріг. Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2022. Вип.1(40).С. 62–66.

Хадускіна К.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Некос А.Н.,  
д-р геогр. н., проф., зав.кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти  
ННІ екології, Харківський національний університет імені В.Н Каразіна  
[kateryna.khaduskina@student.karazin.ua](mailto:kateryna.khaduskina@student.karazin.ua)

## ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ СОЛЕЙ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ, ЯК ПОКАЗНИКА ЗАБРУДНЕНOSTІ ВОДИ РІЧОК БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ

З початком воєнних дій дослідження поверхневих вод Донецької області є надзвичайно важливим. Питання забезпечення потреб місцевого населення у воді є все більш актуальним. Водокористування області відбувається через канал Сіверський Донець-Донбас. Через військові події поверхневі води зазнають додаткового забруднення. Внаслідок детонації снарядів, у верхні шари ґрунту надходять токсичні речовини, які проникають у ґрунтові води завдяки просочуванню дощових і талих вод [1]. Наявність солей азотної кислоти у поверхневих водах через їх токсичну дію може негативно впливати на організм людини. При вживанні та використанні води з завищеними концентраціями солей азотної кислоти може проявитися інтоксикація організму [4]. З цієї причини об'єктами дослідження стали річки басейну Сіверського Дінця: права притока Казенний Торець, що відноситься до середніх річок, та його притока Кривий Торець з категорії малих річок.

Створи для відбору зразків води з річок були визначені у Краматорському районі у межах м. Дружківка. П'ять зразків води відібрані влітку 2024 р. Зразок А – перед входом у місто р. Казенний Торець; зразок Б – р. Казенний Торець, центральна частина міста; зразок В – після міської межі, місце впадіння р. Кривий Торець у р. Казенний Торець; зразок Г – р. Кривий Торець, центральна частина міста; зразок Д – р. Кривий Торець перед початком міської межі. Точки відбору зразків В та Г розташовані за течією Кривого Торця на відстані 2,2 км, між зразками Г і Д – 3,5 км. Зразки А і Б на річці Казенний Торець знаходяться на відстані 3,750 км, зразок Б та В – на відстані 4,1 км. Аналізи виконувалися в навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень ННІ екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. У «Гігієнічних нормативах...»[2] встановлено ГДК для нітратів – 45,0 мг/дм<sup>3</sup>, нітритів – 3,3 мг/дм<sup>3</sup>. Відомо, що при високих температурах нітрати перетворюються у нітрити [4]. Стандартний аналіз, в результаті якого були виявлені концентрації солей азотної кислоти у зразках поверхневих вод показав, що всі нітрити знаходяться в межах норми і складають 0,001 – 0,002 мг/дм<sup>3</sup>. Відповідно концентрації нітратів у зразку А склали 135 мг/дм<sup>3</sup> (перевищує ГДК у 3 рази); у зразку Б – 162 мг/дм<sup>3</sup> – вище норми у 3,6 рази; у зразку В – 84 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує ГДК у 1,9 рази; у зразку Г – 23 мг/дм<sup>3</sup> – знаходиться в межах норми; у зразку Д нітратів не виявлено. Отримані результати показують, що чим ближче знаходився створ відбору зразка води до русла Сів. Дінця, тим концентрації ставали нижчі.

Перевищення норм нітратів і нітритів є показником, що зазначається на можливості використання вод, через вплив на здоров'я людини. Вживання такої води, як питної та для приготування їжі, є дуже небезпечним. Нітрити всмоктуються в кров, взаємодіють з гемоглобіном, перетворюючи його у метгемоглобін, який не здатний переносити кисень до тканин. Як наслідок, настає кисневе голодування у організмі, що викликає розвиток метгемоглобінемії. Також можуть виникати гострі отруєння, а при постійному вживанні - хронічна нітратна інтоксикація. Причиною завищеної концентрації солей азотної кислоти у зразках води можуть бути мінеральні добрива, у складі яких наявні дані сполуки, що потрапляють у поверхневі води з поверхневим стоком з сільськогосподарських угідь [3]. Для ефективного очищення води від нітратів можливе застосування систем зворотного осмосу та фільтрів з нітрат-селективною смолою [5].

### Список літератури

1. Мигаль М. Війна та екологія: чому природа стає жертвою збройного конфлікту? Полтава: Інститут аналітики та адвокації, 2023.
2. ГІГІЄНІЧНІ НОРМАТИВИ якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення: Міністерство охорони здоров'я України 02 травня 2022 року № 721
3. Екодія. Нітратне забруднення води та сільське господарство: проблема та рішення: брошура. Київ: 2019.
4. Олександрійське руГУ Держпродспоживслужби в Кіровоградській області. Як нітрати у воді впливають на організм. Світловодськ: Світловодська міська рада, 2024.
5. Головне управління Держпродспоживслужби в Миколаївській області. Нітрати у воді і їх вплив на людину. Миколаїв, 2024.

*Кірейцева Г.В.,  
к.е.н., доцент, доц. кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Трохимчук В.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник Давидова І.В.,  
к.с.-г.н., доцент, доц. кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
gef\_kgv@ztu.edu.ua*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ**

Управління будівельними відходами в сучасній Україні постає як одна з найгостріших екологічних та інфраструктурних проблем, спричинених російською військовою агресією. Масштаби руйнувань вражають: близько 60 000 пошкоджених або зруйнованих об'єктів, з яких 48 000 – житлові будинки. Такі руйнування призвели до накопичення понад 10-12 мільйонів тонн будівельних відходів, що створює безпрецедентний виклик для системи управління відходами в країні. Варто зазначити, що навіть до початку повномасштабного вторгнення будівельні відходи становили значну частку загального обсягу відходів на полігонах. Сьогодні ж ця проблема набула катастрофічних масштабів, вимагаючи негайних та ефективних рішень. Особливу стурбованість викликає те, що будівельні відходи воєнного часу містять не лише традиційні компоненти, але й небезпечні матеріали, включаючи залишки вибухових речовин та токсичні сполуки.

Світовий досвід подолання наслідків масштабних руйнувань демонструє ефективні шляхи вирішення проблеми будівельних відходів. Особливо показовим є приклад післявоєнної відбудови Варшави, де інноваційний підхід до повторного використання матеріалів дозволив не лише прискорити відновлення міста, але й значно зменшити екологічне навантаження. Цегла з руїн використовувалася повторно, а будівельне сміття перероблялося для виготовлення нового бетону, створюючи ефективний цикл використання ресурсів. Сучасні європейські практики поводження з будівельними відходами демонструють вражаючі результати. Австрія досягла рівня переробки будівельних відходів у 87%, а такі країни як Данія, Нідерланди та Німеччина законодавчо закріпили вимоги щодо обов'язкового використання перероблених матеріалів у новому будівництві. Це створило потужний стимул для розвитку галузі переробки та впровадження інноваційних технологій. В Україні ситуація ускладнюється специфікою воєнних руйнувань. Будівельні відходи містять небезпечні компоненти: залишки вибухових речовин, уламки боєприпасів, пошкоджену електроніку, акумулятори та різноманітні токсичні речовини. У відповідь на ці виклики в Київській області створено 48 місць тимчасового зберігання будівельних відходів загальною площею 55 гектарів.

Важливим кроком у вирішенні проблеми стало прийняття урядом у 2022 році спеціального порядку поводження з відходами від воєнних руйнувань. Цей документ встановлює чіткі вимоги до класифікації, обліку та поводження з відходами, відповідаючи європейським стандартам. Він також регламентує процедури безпечного зберігання та переробки різних типів будівельних відходів. Критичного значення набуває створення ефективної системи сортування та переробки відходів. Це дозволить максимально використати потенціал вторинних матеріалів, зменшити навантаження на навколишнє середовище та створити нові робочі місця в галузі переробки відходів. Особливу увагу необхідно приділити безпечній утилізації небезпечних компонентів, запобіганню забрудненню ґрунтових вод та контролю за якістю перероблених матеріалів. Важливим аспектом є також підготовка кваліфікованих фахівців, здатних працювати з сучасними технологіями переробки. Успішна реалізація цих завдань не лише допоможе вирішити нагальну проблему накопичення будівельних відходів, але й створить міцну основу для сталого розвитку будівельної галузі в процесі післявоєнної відбудови України. При цьому ключовим залишається забезпечення балансу між економічною ефективністю, екологічною безпекою та соціальною відповідальністю.

### **Список використаної літератури**

Кірейцева Г.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Пацева І.Г., Демчук Л.І., Палій О.В. Оцінка якісних показників поліетиленової плівки та її енвіроментологічний вплив. Екологічна безпека та технології захисту довкілля №4. 2023. С. 63-70

Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. Екологічна безпека та технології захисту довкілля №4. 2023. с. 40-47. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8292>

Палій О., Пацева І., Кірейцева Г., Циганенко-Дзюбенко І. (2023). Використання відходів гірничо-видобувної галузі, як альтернативної сировини у будівництві. Проблеми хімії та сталого розвитку, 1, 27–35 <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-1-4>

Volodymyr V. Tkach<sup>1,2</sup>

Tetiana V. Morozova<sup>3</sup>

Marta V. Kushnir<sup>1</sup>

Yana G. Ivanushko<sup>4</sup>

José Inácio Ferrão da Paiva Martins<sup>2</sup>

Maria João Monteiro<sup>5</sup>

Isabel O'Neill de Mascarenhas Gaivão<sup>5</sup>

Petro I. Yagodynets<sup>1</sup>

Zholt O. Kormosh<sup>5</sup>

Jarem Raul Garcia<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Chernivtsi

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Transportes y Rodaje

<sup>4</sup>Universidad Estatal de Medicina de Bucovina

<sup>5</sup>Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

<sup>6</sup>Universidad Nacional del Este Europeo

<sup>6</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa

## LA DESCRIPCIÓN TEÓRICA DE LA DETECCIÓN ELECTROANALÍTICA DE TRIPTÓFANO EN PULQUE, ACOMPAÑADA POR SU POLIMERIZACIÓN

El pulque es una bebida tradicional mexicana elaborada a partir de la fermentación del aguamiel, el líquido extraído de varias especies de maguey, especialmente del Agave salmiana. Es una bebida ancestral con raíces que se remontan a las culturas prehispánicas, como los mexicas, quienes la consideraban sagrada y reservada para rituales, sacerdotes, ancianos y guerreros destacados. Como el pulque es una fuente valiosa de proteína para los mexicanos, que son pueblo montañoses, dicen que “sólo le falta grado para ser carne”. El pulque contiene una amplia variedad de aminoácidos, de los cuales el triptófano es el más importante para la población montañesa.

El triptófano sufre una fermentación por levaduras, produciendo triptofol, que, por su vez, se oxida por las enzimas en 5-hidroxitriptofol, un análogo de la serotonina, a veces denominado serotina (Fig. 1). Ambos compuestos, al igual que sus ésteres, pueden inducir somnolencia, como ocurre durante la tripanosomiasis. Además, se han demostrado los efectos genotóxicos de ambos compuestos. Por otro lado, son antioxidantes valiosos y su acción biológica está relacionada con la dosis. Se forman en concentraciones limitadas en vinos y sidras o pueden añadirse a ellos para mejorar, directa o indirectamente, el contenido polifenólico. De cualquier manera, ambos compuestos desempeñan un papel importante en las vías del metabolismo indólico. Por esta y otras razones, la determinación electroquímica del triptofol y sus derivados, ya aplicada a otros compuestos polifenólicos, es verdaderamente actual.

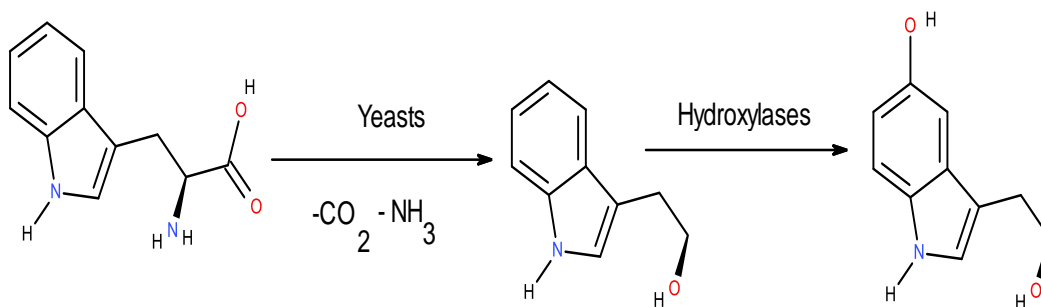


Fig. 1. Esquema corto de fermentación de triptófano en propofol y serótina

Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es investigar desde un punto de vista teórico el comportamiento del sistema con la determinación electroanalítica de propofol y 5-hidroxiropofol, sobre un electrodo, modificado con oxihidróxido de cobalto en medio neutro en presencia de iones catalizadores de polimerización. Al esquema estándar de la detección de ambos, expuesto en la Fig. 2:

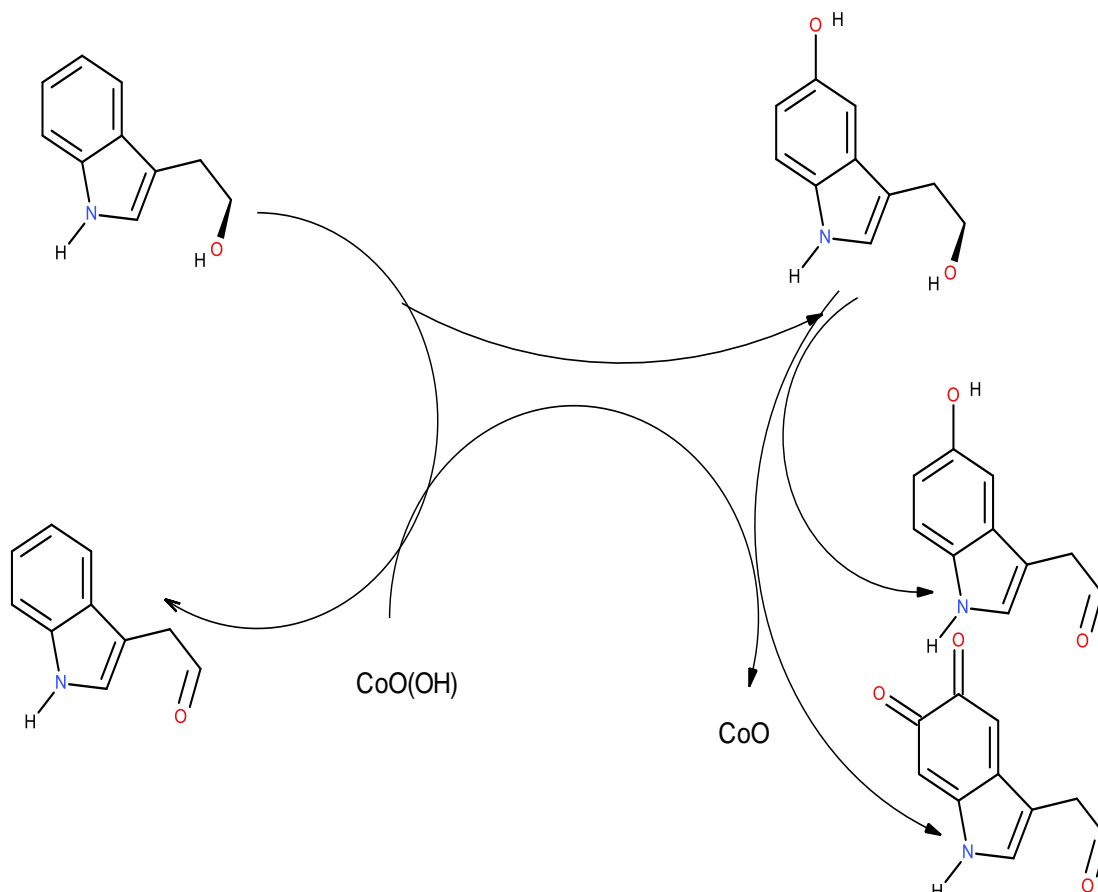


Fig. 2. Esquema corto de fermentación de triptófano en propofol y serótina sin escenarios de polimerización

se añade el escenario de polimerización, por lo que el conjunto de ecuaciones diferenciales de balance se modifica, transformándose en (1):

$$\begin{cases} \frac{ds}{dt} = \frac{2}{\delta} \left( \frac{\Delta}{\delta} (s_0 - s) - r_{11} - r_{01} - r_p \right) \\ \frac{ds^*}{dt} = \frac{2}{\delta} \left( \frac{D}{\delta} (s^*_0 - s^*) + r_{01} - r_{21} - r_{02} - r_p \right) \\ \frac{dc}{dt} = \frac{1}{c} (r_{11} + r_{01} + r_{21} + r_{02} + r_p - r_c) \end{cases} \quad (1)$$

El análisis del modelo matemático correspondiente muestra que la determinación electroquímica de triptofol y 5-hidroxitriptofol es eficiente en medio neutro, ya que ni los átomos de nitrógeno ni los hidroxilos orgánicos están suficientemente ionizados. Por lo tanto, se recomienda el uso de electrodos modificados con  $\text{CoO(OH)}$  en soluciones neutras, aunque la presencia de los escenarios de polimerización asistida le añade la probabilidad de comportamientos monotónico y/u oscilatorio.

*Тепенчак О.С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технологія захисту навколишнього середовища»  
науковий керівник: Демчук Л.Л.,  
к.пед.наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка», м.Житомир*

### **ОЦІНКА ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МИЙОК НА МЕРЕЖІ АЗС «ОККО»**

Питання очищення стічних вод є досить актуальним завжди, а, особливо, в даний період часу. Це пояснюється збільшенням кількості підприємств, забрудненням природних над- та підземних водойм, автомобільного транспорту, а з ним і автозаправних станцій (АЗС) тощо.

Саме збільшення кількості автотранспорту призводить до збільшення кількості автозаправних станцій, а разом з цим і забруднень води. Оскільки до природної води потрапляє велика кількість нафтопродуктів, які використовуються під час обслуговування автомобілів (бензин, дизельне паливо, мазут, мастила різної природи, присадки тощо). Також часто на АЗС встановлюють мийки для автотранспорту, оскільки для підтримання належного стану авто потрібен спеціальний догляд.

При розміщенні автомийок на автозаправних станціях, відсоток забруднення стічних вод значно зростає, до складу стічних вод потрапляють не тільки нафтопродукти, а і миючі засоби, які є не менш токсичні і шкідливі для навколишнього середовища.

Тому процес очищення стічних вод в даний час має вагоме значення у зв'язку з проблемою забруднення природних надземних та підземних водойм, оскільки з кожним днем у світі зменшується кількість питної води. Потрібно використовувати різні ефективні методи для усунення забруднень в стічних водах. Для того, щоб цю очищену воду потім можна скидати до водойм потрібно проводити повне очищення або ж провести очищення до технічної води, для повторного використання на АЗС чи підприємстві.

Підсумовуючи все вище сказане, очищення стійких стічних вод мийок чи без на мережі АЗС «ОККО» – це досить важливий етап для охорони навколишнього середовища та екологічної ситуації у світі в цілому, тому це і стало предметом вивчення в даній роботі.

Автозаправні станції (АЗС) – це станції, де відбувається заправка транспорту різної марки. Як правило, вони знаходяться на шосе, в місцевості, де немає або дуже мало людей. АЗС можуть бути суто заправними станціями і заправними станціями з мийкою, де використовують миючі засоби, що здатні стабілізувати ці води. Саме тому процес очищення стічних вод об'єкта такого типу є складним. Частіше за все в ізольованих місцях немає каналізаційних стоків, а регулярне очищення дуже дороге. Також особлива увага приділяється очищенню стічної води від нафтопродуктів. Слід зауважити, що на даний момент часу зростає кількість транспортних підприємств, які створюють очисні споруди на своїх АЗС. Такі станції є комплексом споруд, будинків, технологічного обладнання, які застосовуються для зберігання, приймання моторного палива та заправлення автотранспорту. До даного виду комплексу входять приміщення сервісного обслуговування водіїв, автотранспорту (мастильними речовинами, технічного обслуговування, торгівля запасними частинами автотранспорту, миття автомобілів), пасажирів (торгівля продуктами харчування), власне станція разом з спорудам, будинками.

На даних об'єктах утворюються різного типу стічні води. Можуть бути побутові забруднення стічних вод, паливні, паливні, що стабілізовані миючими засобами (заправка+мийка). Стічні води автозаправних станцій можуть містити такі види забруднень: дисперсні забруднення (пісок, глина, ґрунт), нафтопродукти (в більшості випадків в емульгованому стані та незначну їх частину – до 0,03 мг/л або г/м<sup>3</sup> [6] – в розчиненому стані, а також поверхнево-активні речовини (ПАР) як емульгатори та стабілізатори стічної води. Класифікація АЗС: блокові; пересувні; контейнерні; модульні; стаціонарні; заправні пункти; загального користування; міські; дорожні; річкові; сільські. Починаючи з початкового етапу проектування АЗС потрібно передбачати заходи, які не допускають змішування талих та дощових стічних вод зі специфічними стоками автозаправних станцій та їх потрапляння в природні водойми та ґрунт.

На території автозаправних станцій виділяють кілька типів джерел забруднення поверхневого стоку, а саме - наземні джерела забруднення (попадання водорозчинних фракцій нафтопродуктів з територій автозаправних станцій через поверхні, які не покриті асфальтовим покриттям (тріщини в покриттях, газони тощо); підземні джерела забруднень (нестача води в системі забруднених стоків з колодязів, що приймають дощову воду або з внутрішніх водозбірних мереж). На автозаправних станціях мають бути побутові, виробничо-дощові каналізації та спеціальні каналізації (для відділення вод, які забруднені етиловими бензинами). На АЗС використовують локальні очисні споруди, на яких встановлюють, в основному, наступне обладнання: нафтовловлювачі, пісковловлювачі, флотаційні установки, станції нейтралізації стічної води тощо. Локальні очисні споруди забезпечують очищення забруднених стічних вод до такого ступеня очищення, при якому уже можна скидати очищені води у міську, районну чи територіальну каналізаційну систему, відповідно до вимог нормативних документів, для їх повного

очищення.

В процесі використання АЗС утворюються стічні води, які поділяють на дощові, побутові, виробничі. Виробничі стічні води бувають умовно чистими та забрудненими. Забруднені води - перед випуском у природну водойму необхідно очищати, використовуючи спеціальне обладнання, відповідно до вимог, що існують в нормативних документах. Умовно чисті води можна використовувати повторно, якщо їх якість відповідає нормативним вимогам технологічного виробництва. Якщо не можна досягти такої якості очищеної води, то потрібно провести доочищення цих вод, скидаючи їх в мережу виробничо-дощової каналізації. Оцінка ступеня забруднення стічних вод - це кількість домішок в одиниці об'єму води: мг/л чи г/м<sup>3</sup>. Заборонено виливати стічні води автозаправних станцій на рельєф місцевості без очищення. Скидання стічних вод в природні водойми можливий лише при очищенні стоків від забруднювачів до показників гранично допустимої концентрації (ГДК) для водойм, які призначені для рибного господарства. До цієї групи відноситься більшість поверхневих водойм. ГДК нафтопродуктів для водойм рибогосподарського призначення - 0,05 мг/л чи г/м<sup>3</sup>. Що є меншим в кілька разів за стандарт для питної води, де допускається до 0,1 г/м<sup>3</sup> або мг/л нафтопродуктів.

Аналітичні дані стоків автозаправних станцій показують, що забруднювачі таких вод є складними, багатокомпонентним і часто значно перевищують показники ГДК. Основні забруднюючі речовини автозаправних станцій – це зважені речовини (до 250 мг/л чи г/м<sup>3</sup>) та нафтопродукти (до 350 мг/л чи г/м<sup>3</sup>). Нафтопродукти спричиняють негативний вплив на біосистеми природних водойм, так як є токсичними.

Відведення води на промислових підприємствах – це видалення і очищення стічних вод, яке починається в межах підприємства. Виробничі стоки утворюються в процесі технологічної переробки сировини і випуску деякої продукції, також при використанні різного устаткування, апаратів, установок, систем. Майже на всіх сучасних підприємствах виробничі стічні води поділяють на певні види, в залежності від певних особливостей технологічного складу, процесів виробництва, очищення, умов відведення та їх використання в подальшому.

Відповідно до складу стічних вод та природи їх забруднювачів необхідно звернути увагу на створення відповідної технології очищення стічних вод з підбором та використанням таких методів очищення, які б були найефективнішими в процесі очищення стічних вод. Одну з головних ролей в цьому відіграє послідовність розміщення даних методів очищення в технологічній схемі очисних споруд АЗС певного типу. В випадку нестабілізованих стічних вод, що не містять стабілізуючих речовин, використовується переважно відстоювання, також може використовуватися флотація або фільтрування. В другому випадку процес флотації відіграє основну роль, так як ПАР, що містяться у стічних водах, є ефективними флотореагентами.

#### Список використаної літератури

1. Л. І. Демчук, І. Г. Пацева, О. Л. Герасимчук, І. Ю. Циганенко-Дзюбенко. Екологічний підхід до освіти студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технологія захисту навколишнього середовища». Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. № 4 (493) 2023. с.184-192.
2. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Pokshevnytska T., Lukianova V. Environmental safety of drinking water supply in rural settlement areas. Екологічні науки. 2023. №6(51). С. 33-38. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.5>
3. Demchuk L.I., Patseva I.G., Kireitseva H.V., Kalenska V.P., Tsyganenko-Dziubenko I.Y. A mechanism for ensuring environmental safety in the face of modern challenges and threats. Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities : колективна монографія. Scientific monograph. Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach. 2023. pp. 141-151, 286 p.
4. I.G. Kotsiuba, G.V. Skyba, I.A. Skuratovskaya, S.M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). Methods and objects of chemical analysis, Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207
5. Patseva I., Lukianova V., Anpilova Y., Mohelnyska L., Herasymchuk O. The ecological assessment of small rivers in Ukraine under conditions of intensive war impact. Romanian Journal of Geography. Volume 68(1), 2024. P. 127-134.
6. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Устименко В.І., Шацilo Є.Г. Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між захворюваністю населення та якістю питної води джерел нецентралізованого водопостачання. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52), Т.2. С. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.4>
7. Хрутьба Ю.С., Пацева І.Г., Хрутьба О.В. Розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки використання інформаційних технологій для управління взаємодіями в екопроектах. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. : Видавничий дім «Гельветика», 2023. № 6(51). С.211-216

*Сікач Б.С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Івашкіна О.Л.,  
асистент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Науковий керівник: Герасимчук Л.О.,  
к.с.-г.н., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **ВПЛИВ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ДОВКІЛЛЯ**

Автомобільний рух є потужним джерелом антропогенного забруднення, який відіграє важливу роль у функціонуванні та розвитку будь-якого міста. Через стрімке зростання кількості транспортних засобів значна частина міського населення України живе в умовах високого рівня забруднення навколишнього середовища. Ця проблема загострюється тим, що велика кількість вживаних транспортних засобів з двигунами класів викидів Євро 1, Євро 2 та Євро 3 все ще перебувають в експлуатації.

З 2020 по 2023 рік продаж нових автомобілів в Україні значно змінився через економічну та військову ситуацію. У 2020 році в Україні було продано приблизно 85 тисяч нових автомобілів, що було на рівні попередніх років. У 2021 році продажі нових авто трохи зросли до близько 100 тисяч одиниць. 2022 рік був складним через початок повномасштабної війни, і кількість проданих нових автомобілів знизилася до близько 40 тисяч одиниць. У 2023 році ринок почав відновлюватися, і було продано 61 тисячу нових автомобілів, що на 60% більше, ніж у 2022 році. Це відновлення пов'язане з адаптацією бізнесу та населення до нових умов, а також відновленням роботи автосалонів і постачань транспортних засобів. У 2022 році в Україну було ввезено близько 388,5 тисяч вживаних автомобілів. Це на чверть менше, ніж у попередньому році, що можна пов'язати з початком війни і тимчасовими змінами у режимі митного оформлення транспортних засобів. Важливим фактором стало пільгове розмитнення, яке діяло у період з квітня до липня 2022 року, протягом якого до країни було ввезено понад 200 тисяч авто. У 2023 році імпорту вживаних авто скоротився ще більше — до 214,4 тисяч одиниць, що на 45% менше у порівнянні з 2022 роком. Це сталося через зменшення попиту та економічні виклики, спричинені війною. Основною маркою серед ввезених авто залишився Volkswagen, а середній вік авто знизився до 10 років.

Проблема оцінки рівня техногенного забруднення атмосферного повітря від автомобільного транспорту є складною та багатофакторною і потребує, насамперед, встановлення механізмів забруднення урбанізованої території. Оцінка рівня забруднення при управлінні станом довкілля в містах ускладнюється тим, що дорожній рух є динамічним і стохастичним антропогенним джерелом забруднення довкілля (є випадковим за своєю природою, але при цьому залишається результатом людської діяльності), рівень якого залежить від потужності джерела забруднення (параметрів транспортного потоку), погодних умов, конструктивних і планувальних параметрів будівель, фрагментації ландшафтів та вплив на біорізноманіття інших чинників. Загалом міські території мають складну мережу автомагістралей, які слід розглядати як лінійне джерело викидів.

Оскільки темпи зростання автомобільного транспорту значно перевищують темпи зростання промислового виробництва, стає очевидним, що в майбутньому рівень забруднення повітря від автотранспорту продовжуватиме зростати. Негативний вплив автомобільного транспорту на екосистеми включає зниження функціональної ефективності автотранспортної системи; споживання природних ресурсів (повітря в атмосфері для роботи двигунів внутрішнього згоряння в транспортних засобах, нафтопродуктів і природного газу для виробництва палива, води для охолодження двигунів і систем миття автомобілів, земельних ресурсів, тобто відведення доріг для будівництва об'єктів автомобільного транспорту); забруднення повітря, ґрунту і водою токсичними речовинами.

Отже, необхідно розробити механізми моніторингу та прогнозування забруднення повітря за допомогою сучасних геоінформаційних систем, що дозволить не тільки краще контролювати екологічну ситуацію, але й запобігати небезпечним екологічним умовам, зменшуючи вплив автотранспорту на довкілля та здоров'я населення.

### **Список використаних джерел**

1. Сікач Т., Івашкіна О., Алпатова О. Екологічний підхід до планування паркінгової зони. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2024. Вип. 1(144). С. 110-116.
2. Гупалюк Ю. І., Шомко Д. В., Шомко В. В., Носик О. В., Давидова І. В. Дослідження шумового навантаження та розробка комплексу шумо-знижуючих заходів на прикладі одного з мікрорайонів м. Житомир. Технічна інженерія. 2020. № 2 (86). С. 162-170.
3. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Аналіз стану атмосферного повітря міста Житомира. Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2024. Вип.1. С. 77-81.



*Кос Є.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Мельник-Шамрай В.В.,  
к.с.-г.н., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка  
zhenya2002kos@icloud.com*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ПТАХІВНИЦТВА ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ**

В Україні виробництво птахівництва генерує значну кількість відходів, які можуть слугувати цінною сировиною для виробництва біогазу. Використання цих відходів для енергетичних цілей сприяє зменшенню викидів парникових газів і зниженню залежності від традиційних джерел енергії. Крім того, це сприяє розвитку циркулярної економіки та покращує екологічну ситуацію в країні.

Протягом останніх п'яти років виробництво біогазу з відходів птахівництва в Україні стабільно зростає. За даними Української біогазової асоціації, у 2018 р. частка біогазу, отриманого з відходів сільськогосподарської діяльності, становила близько 12 % від загального виробництва, і більшу частину забезпечували великі фермерські господарства. Вже у 2020 р. обсяги біогазу зросли на 25 %, а основним джерелом органічної сировини були відходи птахофабрик і тваринницьких комплексів. Станом на 2023 р. з'явилося близько десяти нових біогазових установок, що працюють на органічних відходах птахівництва, завдяки чому загальний обсяг виробництва біогазу зріс до 18 % у порівнянні з 2018 р. Це відповідає світовій тенденції до зменшення залежності від викопного палива та використання відновлюваних джерел енергії, що сприяє скороченню викидів парникових газів.

Ефективність використання відходів виробництва продуктів птахівництва для отримання біогазу полягає в зменшенні екологічного навантаження та перетворенні відходів у цінний енергетичний ресурс. Крім того, цей підхід сприяє зниженню витрат на утилізацію відходів та забезпечує додатковий прибуток для підприємств через продаж виробленого біогазу.

Біогаз – це екологічно чистий газ, який утворюється внаслідок анаеробного (безкисневого) розкладання органічних матеріалів, таких як відходи тваринництва, птахівництва, рослинні залишки та побутові відходи, за участю мікроорганізмів. Основними компонентами біогазу є метан ( $\text{CH}_4$ ) і вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), які роблять його придатним для використання як відновлюване джерело енергії для виробництва тепла, електроенергії чи палива.

Біогазова установка – це спеціалізоване обладнання для отримання біогазу з органічних відходів у процесі анаеробного бродіння (розкладання без доступу кисню). Вона складається з біореактора, де відбувається ферментація відходів, системи для збору та очищення біогазу, а також додаткових компонентів для управління процесом, як-от теплообмінники, насосне обладнання та системи контролю.

Процес отримання біогазу з відходів птахівництва складається з кількох ключових етапів. Спершу здійснюється збір та попередня обробка органічних відходів, таких як пташиний послід та інші залишки. Відходи подрібнюють і, за потреби, додають воду для досягнення оптимальної вологості. Це забезпечує легшу переробку та кращий доступ мікроорганізмів до органічного матеріалу. Після цього підготовлену сировину поміщують в анаеробний біореактор, де в умовах відсутності кисню починається процес ферментації.

У біореакторі бактерії поступово розкладають органічну масу, виділяючи суміш газів, зокрема метан і вуглекислий газ, які утворюють біогаз. Після ферментації біогаз очищають від небажаних домішок, таких як сірководень і волога, щоб підвищити його якість і енергетичну цінність. Очищений біогаз можна використовувати для виробництва тепла, електроенергії або як паливо. Залишки органічної маси після ферментації слугують цінним добривом для сільського господарства, що сприяє зменшенню екологічного навантаження та підвищує ефективність використання ресурсів.

Виробництво біогазу з пташиного посліду шляхом метанового зброджування може бути значно ефективнішим при поєднанні з целюлозовмісними матеріалами. Целюлоза, яка міститься у рослинних відходах, є потужним джерелом вуглеводів, що підвищує вихід метану під час ферментації. Використання такого поєднання зменшує надмірний вміст азоту в посліді, який пригнічує діяльність метаногенних бактерій, і забезпечує стабільні умови для бродіння. Зокрема, додавання целюлозовмісних матеріалів покращує текстуру субстрату, полегшуючи процес бродіння та утворення більшого обсягу біогазу.

Поєднання пташиного посліду з кукурудзяними відходами також є ефективною технологією, оскільки кукурудзяні залишки містять значну кількість клітковини та вуглеводів, які є сприятливими для метанового зброджування. Кукурудзяні відходи не лише покращують біохімічну стабільність субстрату, але й підвищують загальний вихід біогазу завдяки високому вмісту органічних речовин, які підтримують процес ферментації. Цей метод вигідний, оскільки обидва типи відходів, кукурудзяні та пташині, є

поширеними в аграрному секторі України, а їх спільне використання дозволяє комплексно утилізувати сільськогосподарські залишки.

Зброджування пташиного посліду з паперовими відходами теж має свої переваги, оскільки папір, як целюлозовмісний матеріал, забезпечує додаткове джерело вуглецю, що балансує надлишок азоту в посліді. Однак через значний обсяг лігніну в папері процес бродіння відбувається повільніше, що може знижувати загальну швидкість утворення біогазу. Перевагою цього методу є можливість утилізації паперових відходів, що додатково сприяє екологічній переробці. Вибір конкретної комбінації залежить від наявності сировини, необхідного обсягу біогазу та вимог до стабільності ферментації.

Співвідношення інокуляту та субстрату є ключовим фактором, що впливає на технологічний процес метанового зброджування пташиного посліду (табл. 1). Оптимальне співвідношення забезпечує необхідну кількість метаногенних бактерій для ефективного бродіння, що, в свою чергу, сприяє максимальному виходу біогазу. При недостатній кількості інокуляту процес може сповільнитися, оскільки мікроорганізми не зможуть швидко переробляти органічні матеріали, що веде до зниження продуктивності. Важливо відзначити, що збільшення співвідношення інокуляту до субстрату також впливає на кислотність середовища, оскільки надмірна кількість бактерій може викликати швидке утворення кислот, що інгібує метаногенез.

Таблиця 1.

Вплив різних співвідношень інокуляту до субстрату на процес метанового зброджування для різних видів сумішей на основі пташиного посліду

Співвідношення інокуляту: субстрату	Тип субстрату	Вихід біогазу (м <sup>3</sup> /день)	Вміст метану (%)	Час до стаціонарного стану (дні)	pH середовища
1:1	Пташиний послід	0.7	55	14	7.3
2:1	Пташиний послід	1.1	60	10	6.9
3:2	Пташиний послід	1.3	63	9	6.7
1:1	Пташиний послід + кукурудзяні відходи	1.0	58	13	7.2
2:1	Пташиний послід + кукурудзяні відходи	1.4	64	9	6.8
3:2	Пташиний послід + кукурудзяні відходи	1.6	68	7	6.5
1:1	Пташиний послід + паперові відходи	0.9	56	15	7.1
2:1	Пташиний послід + паперові відходи	1.2	61	11	6.9
3:2	Пташиний послід + паперові відходи	1.4	65	9	6.6

Біогаз широко використовується в різних галузях як альтернативне джерело енергії. У сільському господарстві його застосовують для опалення теплиць, обігріву ферм та переробки сільськогосподарської продукції. У промисловості біогаз служить паливом для генерації електроенергії, яку можна використовувати для живлення підприємств або продавати в енергетичну мережу. В комунальній сфері біогаз застосовують для обігріву та освітлення громадських будівель, а також для виробництва біометану - замітника природного газу, який придатний для використання в системах газопостачання або як паливо для транспорту. Використання біогазу не тільки знижує залежність від викопного палива, але й сприяє зменшенню викидів вуглецю в атмосферу.

На перспективу розвиток біогазових технологій із використанням відходів птахівництва відкриває можливості для створення нових робочих місць і залучення інвестицій в аграрний сектор. Державні та міжнародні екологічні ініціативи та фінансова підтримка "зелених" технологій сприяють зниженню вартості обладнання і стимулюють фермерські господарства впроваджувати біогазові установки. Це підвищує конкурентоспроможність України на світовому ринку відновлюваних джерел енергії та допомагає у досягненні цілей сталого розвитку.

Список використаної літератури

1. Gasification [Електронний ресурс].–Режим доступу: URL:[https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Biological\\_Engineering/Alternative\\_Fuels\\_from\\_Biomass\\_Sources\\_\(Toraman\)/04%3A\\_Use\\_of\\_Biomass\\_in\\_Thermal\\_Technologies/4.03%3A\\_Gasification](https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Biological_Engineering/Alternative_Fuels_from_Biomass_Sources_(Toraman)/04%3A_Use_of_Biomass_in_Thermal_Technologies/4.03%3A_Gasification)
2. Переваги біогазових станцій-AgroBiogas.Режим доступу:URL: [https://agrobiogas.com.ua/advantages\\_of\\_biogas\\_stations/](https://agrobiogas.com.ua/advantages_of_biogas_stations/)
3. Пінчук В.О., Подоба Ю.В., Тертична О.В., Дешко В.І., Мінералов О.І. Екологічно безпечні технології переробки побічної продукції тваринного походження з отриманням органічних добрив: методичні рекомендації. Київ: ДІА, 2023. 50 с.

Костюченко М.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Кравчук-Ободзінська Т.В.,  
асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»

## ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВІДХОДІВ СПИРТОВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ

Внаслідок швидкої інтенсифікації різних промислових секторів України та зростання кількості об'єктів приватного підприємництва, питання накопичення, використання та утилізації відходів підприємств стало особливо актуальним. Це питання, яке на початку ХХ століття було локальним, сьогодні перетворилося на загальнонаціональну та навіть глобальну проблему.

Сьогодні проблема управління відходами безпосередньо пов'язана з охороною навколишнього середовища від забруднення хімічними та біологічними речовинами, які постійно містяться в цих відходах, а також із захистом здоров'я людей, які піддаються їхньому прямому чи непрямому впливу. У процесі розвитку цивілізації людство неминує перетворює планету на величезний смітник, тоді як природа не має механізмів для утилізації та знищення відходів, створених суспільством. Внаслідок цього відходи накопичуються в біосфері з геометричною прогресією.

Проблема утилізації відходів спиртового виробництва викликана значними обсягами їх накопичення на територіях, що прилягають до заводів, у ставках-накопичувачах. Висока мінералізація та наявність органічних речовин у відходах, а також підвищена температура ускладнюють можливість скидання цих відходів у каналізаційну мережу та їх рециклінгу у виробництві. Це, в свою чергу, призводить до необхідності розширення площ для нових ємностей. В результаті, родючі землі виключаються з сільськогосподарського використання, виникають додаткові витрати на утримання відстійників, а також забруднюється атмосферне повітря летючими речовинами з неприємним запахом.

Етиловий спирт, що використовується в харчовій промисловості, виробляється шляхом бродіння рослинної сировини, багатой на крохмаль і цукри, переважно з зерна злаків, картоплі та меляси. Стічні води, що утворюються під час спиртового виробництва, мають різний рівень забруднення в залежності від джерела їх виникнення і поділяються на чотири категорії: 1 – теплообмінні води; 2 – води, що утворюються під час продувки парових котлів та хімічної регенерації водоочищення; 3 – лютерні води; 4 – води, що виникають внаслідок миття обладнання, промивні та фільтрпресові води з дріжджових цехів, а також транспортерно-мийні та господарсько-побутові води, первинна і вторинна барда. Відходами спиртового виробництва вважаються стічні води четвертої категорії, забрудненість яких унеможливає їх повторне використання у виробництві та скидання в каналізацію.

Аналіз сучасних методів утилізації стічних вод, що виникають у спиртовій промисловості, а також техніко-економічні показники їх впровадження, свідчать про перспективність використання цих вод для поливу сільськогосподарських культур. Цей спосіб утилізації є найменш енергоємним і найдоступнішим за вартістю в порівнянні з іншими методами, що обумовлює необхідність його подальшого вивчення, яке стало основою наших досліджень. Такі дослідження допоможуть визначити, чи можливе і безпечне для навколишнього середовища тривале використання відходів спиртового виробництва при вирощуванні сільськогосподарських культур. Внесення відходів спиртового виробництва суттєво впливає на мікробіоценоз і сприяє переорганізації всіх етапів циклу перетворення азотних сполук. На фоні значного пригнічення процесів азотфіксації та нітрифікації, поливи відходами активізують денітрифікацію. Позитивним аспектом є пригнічення нітрифікації, що допомагає зберігати в ґрунті більш доступну форму азоту та дещо зменшує втрати цього елемента з ґрунту.

Список використаної літератури

1. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Можарівська І.А. Вміст важких металів у зерні кукурудзи при умові вирощування на Поліссі України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 136. С. 316-321. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/136\\_2024/part\\_2/42.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/136_2024/part_2/42.pdf)

2. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі кукурудзи. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 137. С. 544-548. URL: [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/137\\_2024/65.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/137_2024/65.pdf)

4. Kotsiuba I., Lyko, S., Lukianova, V., Anpilova, Y. (2020). Науково-теоретичне обґрунтування накопичення твердих побутових відходів Житомирщини. *Екологічна безпека та природокористування*, 36(4), 56–65.

*Кірейцева Г.В.,  
к.е.н., доцент, доц. кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Рибчинський О.С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник Устименко В.І.,  
к.с.-г.н., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
gef\_kgv@ztu.edu.ua*

## **ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Водні ресурси Житомирської області є критично важливими для сталого розвитку регіону. Від стану цих ресурсів залежить здоров'я населення, розвиток економіки та екологічний баланс. Житомирщина має значний водний потенціал: 53 водосховища загальною площею 76 тис. га та 2075 ставків загальною площею 123 тис. га. Більшість водних об'єктів використовується для енергетики, водопостачання, рекреації та інших потреб. Водозабір з поверхневих джерел складає 77% загального обсягу, тоді як 23% припадає на підземні води.

Зростаючий попит на воду, забруднення водою та кліматичні зміни створюють серйозні виклики для ефективного управління водними ресурсами регіону. Протягом 2022 року у поверхневій водній області було відведено 5261 млн.м<sup>3</sup> зворотних вод, з яких 1105 млн.м<sup>3</sup> були недостатньо очищені, а 184 млн.м<sup>3</sup> забруднені без очистки. Крім того, неконтрольоване споживання води та порушення водоохоронних норм погіршують ситуацію. Забруднення водою органічними матеріалами, біогенними та токсичними елементами, а також засмічення пластиковими відходами посилюють екологічні ризики.

Кліматичні зміни також становлять загрозу для водних ресурсів Житомирщини. Повені та посухи, спричинені змінами клімату, значно впливають на водний баланс регіону. Традиційні методи стратегічного планування часто не враховують складних взаємозв'язків між різними факторами, що впливають на водокористування. Наприклад, недостатня інтеграція різних аспектів управління водними ресурсами, включаючи інфраструктурні, екологічні та соціальні фактори, призводить до неефективності та нездатності впоратися з викликами.

Проблема ефективного управління водними ресурсами потребує інноваційних рішень та стратегічного підходу. Впровадження інноваційних підходів у стратегії розвитку є ключовим фактором для забезпечення економічного зростання та підвищення конкурентоспроможності країни. Інноваційний розвиток, зокрема у сфері управління водними ресурсами, може сприяти більш ефективному використанню ресурсів, зменшенню забруднення та підвищенню стійкості до кліматичних змін.

Саме тому наше дослідження зосередилося на виявленні ключових напрямків для стратегічних втручань, включаючи інвестиції в людський капітал, модернізацію інфраструктури, посилення співпраці між зацікавленими сторонами та впровадження інноваційних технологій водоочищення. Для досягнення цієї мети було застосовано комплексний підхід, що завдяки SWOT-аналізу, кореляційний та кластерний аналіз, а також метод ситової діаграми, що дозволило отримати всебічне розуміння стану водного господарства Житомирського регіону.

У ході дослідження встановлено, що використання лише SWOT-аналізу, хоча і дає загальну картину сильних і слабких сторінок, можливостей та загроз, не дозволяє кілько оцінити взаємозв'язки між факторами, не ви також показує закриті патерни та групування факторів, а також до спрощеного розуміння складної системи водокористування. Натомість, використання кореляційного аналізу дозволило якісно оцінити силу та напрямок взаємозв'язків між факторами, виявити неочевидні зв'язки, які не були помітні при SWOT-аналізі, та пріоритетувати фактори на основі їх впливу на інші елементи системи.

Кластерний аналіз суттєво доповнив дослідження, надавши можливість виділити п'ять основних груп взаємопов'язаних факторів: інфраструктура та технології, екологічні фактори, управління та співпраця, проблеми порушення та використання, якість води та фінансування. Це групування створило структуровану основу для розробки цільових стратегій управління водними ресурсами. Додатково застосований метод ситової діаграми забезпечення видимих компонентів, що дозволяє інтегрувати результати попередніх аналізів у єдину форму видимості та наочно представити складні взаємозв'язки між факторами, виявити відхилення від очікуваних частот взаємодій.

Варто підкреслити, що передбачається, що методологія комплексного аналізу має універсальний характер і може бути успішно застосована для вивчення водокористування в інших регіонах та розробки ефективних стратегій управління водними ресурсами.

*Сікач Т.І., Івашкіна О.Л.,  
асистенти кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

### ЕКОЛОГІЧНЕ СТРАХУВАННЯ ТА РИЗИКИ

Україна поступово інтегрується у міжнародні екологічні стандарти, особливо ті, що діють у Європейському Союзі. Стратегічне планування українських підприємств, які прагнуть вийти на європейський ринок або співпрацювати з європейськими партнерами, змушені відповідати екологічним стандартам, зокрема і вимогам щодо страхування екологічних ризиків, які мінімізують їх та наведені на рис. 1. Однак в Україні ще не створено повноцінної правової бази для регулювання екологічного страхування. Закони та нормативні акти щодо обов'язкового страхування екологічних ризиків або чіткі стандарти для компаній все ще розробляються. Відсутність законодавчої бази часто перешкоджає розробці відповідних страхових продуктів і стримує розвиток ринку екологічного страхування.

Прямі ризики		Непрямі ризики	
Природні ризики	Техногенні ризики	Економічні ризики	Законодавчі ризики
Стихійні лиха, такі як повені, пожежі, зсуви ґрунту, що можуть спричинити шкоду довкіллю, сприяючи забрудненню природних ресурсів.	Аварії на виробництвах (розлив хімічних речовин, аварії на атомних електростанціях, витіки нафти), що мають великий вплив на навколишнє середовище та потребують значних витрат на компенсацію.	Коливання цін на страхові продукти, інфляція, недостатнє фінансування страхових фондів, що ускладнює покриття збитків від екологічних інцидентів.	Зміни в законодавстві, відсутність чіткої правової бази, зростання вимог до страхових полісів для екологічних ризиків, що може обмежувати доступність страхування та збільшувати його вартість.

Рис. 1. Ризики екологічного страхування

Одним з інструментів забезпечення екологічної безпеки та створення економічних механізмів охорони довкілля є екологічне страхування, яке відшкодовує збитки підприємствам, громадянам та їх майну у разі виникнення техногенних аварій. Екологічне страхування залишається новою та недосконалою галуззю в Україні. Основні виклики включають низьку популярність серед бізнесу, відсутність достатньої законодавчої бази та невисокий рівень обізнаності щодо можливих вигод від такого страхування. Проте, посилення екологічного контролю та інтеграція європейських стандартів у законодавство України стимулює попит на екологічне страхування, що визначає основні цілі, що наведені на рис. 2.

Захист навколишнього середовища	Мінімізація ризиків для бізнесу	Захист інтересів громадян	Стимулювання екологічної відповідальності
Фінансова допомога у разі забруднення довкілля чи аварій.	Страхування допомагає підприємствам зменшити втрати через аварії та забруднення.	Страхування забезпечує відшкодування для людей, що постраждали від екологічних катастроф.	Страхові компанії часто вимагають від підприємств дотримання екологічних стандартів, що зменшує ризики забруднень.

Рис. 2. Основні цілі екологічного страхування

В Україні екологічне страхування може покривати наступні ризики: страхування екологічної відповідальності (захищає компанії, які несуть відповідальність за екологічну шкоду, таку як витік небезпечних речовин та забруднення водних ресурсів); страхування працівників від нещасних випадків (поширене на підприємствах з високим ступенем ризику, таких як хімічні заводи та інші підприємства важкої промисловості); страхування від пошкодження природних ресурсів (яке може покривати пошкодження водних ресурсів, ґрунту, рослинності та дикої природи).

Таким чином, екологічне страхування в Україні має значний потенціал, але для його реалізації необхідна підтримка держави, а також підвищення обізнаності громадян і компаній щодо екологічної безпеки. Отже, екологічне страхування сприяє комплексному захисту екосистем, фінансовій стабільності підприємств і екологічній безпеці для суспільства, допомагаючи зменшити екологічні ризики на рівні держави. Розвиток екологічного страхування може бути стимульовано гармонізацією з європейськими стандартами, підвищенням екологічної відповідальності компаній і підвищенням вимог державних органів до екологічної безпеки.

#### Список використаних джерел

1. Матеріали офіційного сайту Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: [https:// mepr.gov.ua/](https://mepr.gov.ua/)
2. Пацева І.Г., Герасимчук О.Л., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Формування та реалізація державної екологічної політики. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2023. Вип. 6(143). С. 60-67.

Нонік Л.Ю.,  
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет "Житомирська політехніка", м. Житомир  
Демчук Л.І.,  
к.пед.наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет "Житомирська політехніка", м. Житомир

## АЛЬТЕРНАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ – ШЛЯХ ДО СТАЛОГО МАЙБУТНЬОГО

На сучасному етапі розвитку суспільства, коли екологічні виклики стали глобальною проблемою, перед людством стоїть надзвичайно важливе завдання – зберегти екологічний баланс планети, на якій ми живемо. Швидке зростання промисловості, зміни клімату, вичерпання природних ресурсів, забруднення повітря і води – усі ці загрози спонукають людство шукати нові шляхи взаємодії з навколишнім середовищем. У цьому контексті альтернативні технології відкривають нові горизонти для екологічно безпечного розвитку. Альтернативні технології захисту довкілля дають нам шанс забезпечити стабільний розвиток і зберегти ресурси планети для наступних поколінь. Сьогодні в наших руках є інноваційні рішення, які можуть змінити хід екологічних проблем, і впровадження цих технологій стає все більш доступним та економічно вигідним. Об'єднання зусиль держав, бізнесу та суспільства, інвестиції в наукові розробки та освіта громадськості про важливість збереження довкілля – все це допоможе нам побудувати стає, екологічно чисте і здорове майбутнє.

Відновлювальна енергетика. Один із ключових напрямів – перехід від викопних джерел енергії до відновлювальних. Сонячна, вітрова, геотермальна та гідроенергетика вже довели свою ефективність і стали важливою частиною енергетичних систем багатьох країн. Відновлювальні джерела енергії допомагають знизити рівень викидів CO<sub>2</sub>, сприяючи зменшенню глобального потепління. Крім того, ці джерела енергії є майже невичерпними, що робить їх стійкою альтернативою для майбутніх поколінь.

Технології збереження і відновлення водних ресурсів. Чистота водних ресурсів – одне з найбільших екологічних завдань сьогодення. Інноваційні технології, такі як системи очищення та повторного використання води, допомагають скоротити споживання та забруднення води. Важливим аспектом є також переробка стічних вод за допомогою біотехнологій, які не лише покращують якість води, але й виробляють біогаз та інші корисні продукти.

Зелені будівельні технології. Сьогоднішня архітектура активно адаптується до вимог екологічності. Зелений дизайн включає використання енергоефективних матеріалів, систем природної вентиляції та ізоляції, а також зелених дахів та стін, які покращують якість повітря і знижують температурні коливання в містах. Використання місцевих матеріалів, зменшення відходів та впровадження відновлювальних джерел енергії у будівництво є важливими кроками до сталого майбутнього.

Розумні міста і мобільність. Технології, які підтримують концепцію "розумного міста" (Smart City), здатні забезпечити чистоту і комфорт у великих урбанізованих середовищах. Це включає використання електромобілів, створення мереж велосипедних доріжок, оптимізацію транспортних потоків і впровадження інтелектуальних систем моніторингу довкілля. Цифрові рішення для управління енергією, збору та переробки відходів значно знижують навантаження на екосистеми міст.

Агроінновації для сталого сільського господарства. У сільському господарстві впровадження екологічних технологій знижує шкоду довкіллю. Використання технологій вертикальних ферм, розумного зрошення, біологічного захисту рослин та органічних добрив сприяє скороченню використання хімічних засобів, а також захищає водні та земельні ресурси.

Підсумовуючи, можна сказати, що альтернативні технології захисту довкілля є не просто новими рішеннями, а необхідними умовами для забезпечення сталого майбутнього. Впровадження екологічних інновацій у всіх сферах життя – від енергетики до сільського господарства і міської інфраструктури – допомагає нам не лише знизити негативний вплив на навколишнє середовище, але й створити сприятливі умови для сталого економічного зростання та покращення якості життя.

### Список використаної літератури

1. Пацева І.Г., Нонік Л.Ю. Стратегічний аналіз передумов впровадження логістичних підходів у систему управління відходами на регіональному рівні. Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 2(53). С. 77-83
2. ПАЦЕВА І., НОНІК Л. (2023). Рециклінг відходів руйнації - крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2023. №3. с. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>
3. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. Екологічна безпека та технології захисту довкілля №4. 2023. с. 40-47. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8292>

Савчук М.А.,  
Здобувач освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Герасимчук М.М.,  
Здобувач освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Кірейцева Г.В.,  
к.е.н., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
[gef\\_kgv@ztu.edu.ua](mailto:gef_kgv@ztu.edu.ua)

### **ЕВТРОФІКАЦІЯ ВОДОЙМ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПОДОЛАННЯ**

Надмірне збагачення водойм біогенними елементами – такими як азот і фосфор – спричиняє посилений ріст водних рослин і мікроорганізмів, а також прискорює процеси розкладання органічних решток. У поєднанні з підвищенням температури води та критичним зниженням швидкості течії, це призводить до суттєвого зниження концентрації розчиненого кисню у водному середовищі. Зменшення прозорості води, яке також є наслідком цих процесів, створює сприятливі умови для явища евтрофікації.

Це явище вказує на порушення природного балансу у гідросфері та загрожує життю водних організмів, які страждають від нестачі кисню. Цвітіння води є важливим індикатором екологічної небезпеки, яка вимагає своєчасних заходів для відновлення якості водних ресурсів та збереження біорізноманіття.

На думку вчених саме глобальне потепління та інтенсивна антропогенна діяльність є ключовими чинниками, які прискорюють евтрофікацію. Підвищення середніх температур на планеті призводить до зміни кліматичних умов, що впливає на прісноводні річки й озера. Зокрема, зменшення рівня води у водоймах та підвищення температури води влітку створюють сприятливі умови для активного росту водоростей. Цей процес викликає зниження рівня кисню у воді, створюючи загрозу для багатьох водних організмів та впливаючи на здоров'я екосистеми в цілому.

Виділяють дві основні категорії боротьби з евтрофікацією водойм: профілактичні заходи та регулюючі заходи. Профілактичні заходи спрямовані на повне припинення скидання в водойми неочищених або недостатньо очищених стічних вод, які надходять від промислових підприємств і комунальних систем. Реалізація таких заходів є складним, тривалим і фінансово витратним процесом, що вимагає вирішення нових технічних і екологічних проблем.

Регулюючі заходи включають використання фізичних методів, наприклад, штучної аерації. Цей метод сприяє насиченню води киснем і підвищує рівень розкладання органічних речовин, що допомагає зменшити негативні наслідки евтрофікації.

Сучасні методи боротьби з евтрофікацією водойм характеризуються низкою переваг та недоліків (табл.1).

Таблиця 1.

Переваги і недоліки методів попередження та боротьби з евтрофікацією водойм

Методи	Переваги	Недоліки
Розведення евтрофікованих вод	Швидке зниження концентрації біогенних елементів	Тимчасовий ефект та нераціональне використання ресурсу
Аерація	Збільшення концентрації розчиненого кисню та зменшення концентрації вуглекислого газу; безпечно для гідробіонтів; можливість застосування альтернативних джерел енергії; висока ефективність впродовж цілого року.	Конструкції мають низьку мобільність, потребують охорони та обслуговування
Хімічні методи	Висока ефективність	Небезпечно для живих організмів; висока собівартість; небезпека хімічного забруднення

Таким чином, наразі не існує універсального методу для повного усунення процесів евтрофікації у водоймах, проте поєднання різних підходів може дати позитивний результат і значно покращити якість води.

#### Список використаної літератури

1. Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м. Житомирі за допомогою MIR-індексу. Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. 2024. Випуск 3(146). С. 58-65.

*Ком І.Т.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Гребенюк Т.В.,  
к.т.н., доцент, доцент кафедри геоінженерії НН ІЕЕ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
kotivantarasovich@gmail.com*

### **ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Водний об'єкт - природний або створений штучно елемент довкілля, в якому зосереджуються води (море, лиман, річка, струмок, озеро, водосховище, ставок, канал (крім каналу на зрошувальних і осушувальних системах), а також водоносний горизонт).

Воєнні дії суттєво впливають на стан водних ресурсів України, спричиняючи забруднення водойми небезпечними хімічними речовинами та токсинами. Вибухи та застосування різних видів озброєння призводять до потрапляння у воду важких металів, отруйних сполук, палива і радіоактивних речовин. Річки та озера, що забруднюються такими речовинами, стають непридатними для використання, а це має значний негативний вплив на здоров'я населення та біорізноманіття регіону.

У зонах бойових дій та прилеглих до них районах, спостерігається значне забруднення водних ресурсів. Вибухи, артилерійські обстріли та інші військові дії призводять до потрапляння небезпечних хімічних сполук у річки, озера, водосховища та інші водойми. У результаті цього фіксується різке збільшення концентрацій таких токсичних речовин, як аміак, фосфати, свинець, ртуть та інші важкі метали, що мають серйозний вплив на екологію та здоров'я населення.

Висока концентрація фосфатів, у свою чергу, може призводити до евтрофікації, коли надлишок поживних речовин стимулює розмноження водоростей, що в свою чергу знижує рівень кисню у воді, що може призвести до загибелі риб та інших водних організмів.

Токсичні метали, такі як свинець і ртуть, можуть накопичуватися у водних організмах, порушуючи їх життєдіяльність і передаючи отруйні речовини через харчові ланцюги до людей. Це не тільки загрожує безпосередньо здоров'ю людей, що споживають заражену воду, але й викликає тривале негативне вплив на біорізноманіття та екосистеми, що підтримують ці водойми.

Крім того, забруднення води у таких регіонах сприяє значному погіршенню якості питної води, ускладнюючи забезпечення населення безпечними ресурсами для побутових потреб. Люди, що живуть у постраждалих районах, змушені використовувати воду, що містить небезпечні хімічні речовини, що підвищує ризики розвитку різноманітних захворювань, таких як отруєння, рак та інші хронічні захворювання.

Ці проблеми також мають довгострокові наслідки для екологічної відновленості регіонів, які постраждали від військових дій. Водні ресурси, які є основними для життя, потребують значних зусиль з очищення та відновлення, що є складним і дорогим процесом, особливо в умовах війни. Загроза екологічної катастрофи в результаті забруднення водних джерел в зоні бойових дій залишається однією з найбільших проблем, яку необхідно вирішувати після завершення конфлікту, щоб забезпечити сталий розвиток та відновлення регіону.

Таблиця 1: Рівень забруднення водних об'єктів основними токсичними речовинами у зонах бойових дій

Токсин	Допустимий рівень (мг/л)	Фактичний рівень у зонах бойових дій (мг/л)	Вплив на здоров'я та екосистему
Свинець	0.01	0.05–0.15	Нервові розлади, ураження нирок; токсичний для водних організмів
Ртуть	0.001	0.003–0.01	Порушення нервової системи, інтоксикація; руйнування екосистемного ланцюга
Нафтопродукти	0.1	0.3–1.5	Канцерогенні впливи, ураження дихальної системи; зниження рівня кисню у воді
Фосфати	0.005	0.1–0.3	Евтрофікація, зниження якості води; порушення росту водоростей і риб

Таблиця показує значне перевищення допустимих концентрацій небезпечних речовин у воді, що є наслідком бойових дій. Порівняння з допустимими нормами підкреслює масштаб екологічної загрози та



допомагає зрозуміти, наскільки небезпечним є таке забруднення для здоров'я людей і стану навколишнього середовища.



Рисунок 1. Забруднення річки Дніпро військовою технікою

Речовини, які забруднювали Дніпро до 24 лютого, залишаються активними. Водночас деяких видів забруднень стає менше. Екологи припускають, що масштаби комунальних скидів та стоків з агропромислових земель трохи зменшились внаслідок зменшення виробництва. Утім, воєнні дії росії створюють низку інших загроз.

Наслідки від забруднення водних ресурсів можна об'єднати в 3 групи:

Наслідки для населення:

- Забруднення водних ресурсів призводить до спалахів хвороб, отруєнь та зниження доступу до чистої питної води.

- Втрата доступу до водних джерел ускладнює надання медичної допомоги, у зонах бойових дій.

Економічні наслідки:

- Додаткові витрати на відновлення забруднених водних ресурсів і систем водопостачання.

- Втрати у сільському господарстві через забруднення зрошувальних вод і деградацію водної екосистеми.

- Зниження туристичної привабливості регіонів після війни, забруднених токсичними речовинами.

Екологічні наслідки:

- Накопичення токсичних речовин у водних екосистемах призводить до загибелі риб і водних рослин.

- Порушення екосистемних балансів, довготривала деградація річок і озер.

Процес відновлення водних об'єктів потребує значних фінансових вкладень та технологій. За попередніми оцінками Світового банку, очищення водойм на територіях, що зазнали впливу бойових дій, може обійтися в десятки мільярдів доларів. Підраховано, що забруднення ґрунтових і поверхневих вод викликане воєнними діями є довготривалою проблемою, і на її розв'язання може знадобитися не один десяток років.

Для мінімізації впливу військових дій на водні ресурси необхідно розробити ефективні стратегії очищення та захисту водойм. Пріоритетними є методи екологічного моніторингу та вивчення наслідків забруднення, що дозволяє швидше реагувати на зміну екологічного стану водних об'єктів.

Пропонується ввести регулярний моніторинг якості води у районах, що постраждали від бойових дій, шляхом встановлення автоматичних гідропостів з можливістю передачі даних моніторингу онлайн, що повністю відповідає принципу басейнового управління річок. А також здійснювати очистку забрудненої води за допомогою сучасних методів фільтрації та хімічної нейтралізації.

Особливу увагу слід приділяти екологічному відновленню забруднених водойм та ґрунтів навколо них, оскільки це сприяє відновленню природного балансу та покращує якість водних ресурсів для подальшого використання. Важливими є розробка й впровадження нових методик очищення, та подвійного використання води. Це має зменшити вплив токсичних речовин на екосистеми.

*Крючкова В.В.,  
аспірант спеціальності 101 Екологія  
Науковий керівник : Тихомирова Т.С.,  
к.т.н., доцент кафедри хімічної техніки та промислової екології  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
valeriia.kriuchkova@mit.khpi.edu.ua*

## **ЗЕЛЕНИЙ КУРС ДЛЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ: СТРАТЕГІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ**

Сучасне екологічне становище України має чимало проблем. Окрім наслідків бойових дій, існує низка екологічних викликів у господарчому секторі, які лише загострюють ситуацію. Зважаючи на важкі часи для економічного та соціального секторів, Україна вже зараз має розробляти чіткі алгоритми дій для відновлення безпечного природного середовища. Уряд України впроваджує багатостадійний план післявоєнної відбудови на засадах зеленої економіки та сталого розвитку.

Зелене відновлення України — це комплекс заходів, спрямованих на відбудову територій та розвиток громад з максимальним акцентом на сталий розвиток. Ці заходи охоплюють використання концепції «нуль відходів», що ґрунтується на принципах циркулярної економіки. У межах Європейського зеленого курсу текстильна промисловість визначена як один із секторів, що потребує швидкої адаптації до циркулярної економіки.

Україна залишається одним із великих споживачів імпортованих уживаних речей з Європи через погіршення соціально-економічного статусу населення. Це збільшує обсяги текстильних відходів, з якими країна не має ефективної системи поводження. Імпорт уживаного одягу та текстилю зростає, а його подальша утилізація або переробка залишаються на низькому рівні. До того ж бойові дії значно збільшують кількість текстильних відходів, зокрема пошкодженого та зношеного одягу, текстильних матеріалів, що вимагає додаткових ресурсів для їх переробки чи утилізації.

Європейський зелений курс ставить за мету створення економічної моделі, де відходи служать ресурсом. У цьому контексті важливою залишається підтримка плану «Екологічна безпека та ефективне управління відходами», що враховує вимоги ЄС до екологічної безпеки та передбачає мінімізацію ризиків для здоров'я людини та навколишнього середовища, а також впровадження принципу «забруднювач платить». Україна, зі свого боку, має налагодити системи збору, сортування та переробки текстильних відходів, забезпечивши сучасні технології утилізації.

Легка промисловість України, до якої належать текстильна, швейна, взуттєва та шкіргалантерейна галузі, може виступити дієвим важелем швидкого економічного розвитку, зважаючи на мобільність і швидкий обіг продукції. Однак, підприємства галузі потребують модернізації, зокрема в технологіях обробки відходів і використанні енергозберігаючого обладнання. Більшість відходів легкої промисловості утворюється на різних стадіях технологічного процесу, а їх кількість залежить від типу сировини та технології. Окрему категорію становить зношений текстиль і одяг, що не підлягає подальшому використанню і найчастіше потрапляє на полігони побутових відходів.

Важливими завданнями для подальшого розвитку є:

- налагодження систем збору та сортування текстильних відходів;
- аналіз складу відходів і створення умов для впровадження циркулярної економіки в галузі;
- оцінка та підбір сучасних технологій для рециклінгу текстильних відходів, що дозволить використовувати вторинну сировину;
- розробка технологічної схеми переробки текстильних відходів та підбір відповідного обладнання для забезпечення економічної доцільності таких проектів.

Аналіз діяльності легкої промисловості як джерела текстильних відходів показує, що галузь потребує активних дій для впровадження циркулярної економіки. Під час війни та в умовах відновлення особливо важливим є запровадження сталих рішень та модернізація галузі з орієнтацією на зниження екологічного навантаження. Це дозволить Україні не лише зменшити обсяги текстильних відходів, але й досягти більш стійкого й економічно вигідного використання ресурсів, забезпечивши екологічну безпеку та створивши умови для економічного зростання в рамках Європейського зеленого курсу.

Список використаних джерел

1. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Екологічна безпека» URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/environmental-safety-assembly.pdf>
2. Soumyadeep S. Textile Recycling: The Mechanical Recycling of Textiles Wastes [Електронний ресурс] / Saha Soumyadeep. URL: <https://www.onlineclothingstudy.com/2020/08/textile-recycling>.

Кучер А.А., Титаренко Б.В.,  
здобувачі вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник Кірейцева Г.В.,  
к.е.н., доцент, доц. кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
gef\_kgv@ztu.edu.ua

## ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ЕСЕНЦІАЛЬНИМИ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД Р. ТЕТЕРІВ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Значна група металів, які потрапляють під визначення важких беруть участь у біологічних процесах, входячи до складу ферментів, гормонів, вітамінів тощо. До есенціальних хімічних елементів віднесені такі важкі метали, як Fe, Co, Ni, Mn, Cu, Zn, Cr, Mo та інші. Ці метали необхідні для нормального перебігу фізіологічних процесів в організмі, в тому числі гідробіонтів. Проте за високих рівнів вмісту у воді чи інших середовищах вони мають токсичну дію [1, 2]. Крім того, взаємодія, пов'язана з впливом кількох важких металів, може спричинити більш серйозні наслідки для здоров'я людини, ніж можна було б очікувати від низьких концентрацій окремого металу [3, 4].

Антропогенний вплив на водні ресурси Житомирщини, зокрема на басейн річки Тетерів, є значним і зумовлений діяльністю підприємств, які скидають зворотні води та забруднювальні речовини у поверхневі води. У 2022 році в регіоні відведено 14,526 млн м<sup>3</sup> стічних вод, з яких 97,3% пройшли очистку на очисних спорудах каналізації м. Житомира [1]. Основним забруднювачем поверхневих водойм міста (річок Тетерів та Кам'янка) є КП «Житомирводоканал», незважаючи на наявність служби промислового водовідведення та лабораторії для контролю якості стічних вод підприємств. Кількість підприємств, стоки яких приймаються на очистку/доочистку, щорічно зростає. Крім антропогенного навантаження, на хімічний склад води та екосистему річки впливають і природні чинники, такі як ерозія гірських порід та кліматичні умови регіону [2].

Враховуючи важливість річки Тетерів для забезпечення питних і рекреаційних потреб населення та підтримки біорізноманіття, актуальним є дослідження динаміки вмісту есенціальних важких металів у її поверхневих водах в межах урбанізованих територій. Це дозволить оцінити рівень забруднення, спрогнозувати потенційні ризики для здоров'я людей і стану екосистеми та розробити ефективні заходи з покращення якості води. Встановлено, що основним джерелом надходження важких металів до поверхневих вод є промислові підприємства внаслідок недосконалих технологій очищення стоків. Значна частка забруднень також потрапляє у водойми з поверхневими стоками урбанізованих територій та господарсько-побутовими стічними водами [4]. Додатковим фактором забруднення води іонами важких металів є їх вивільнення з донних відкладень.

Отже, за результатами досліджень встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій цинку, хрому, заліза та мангану у поверхневих водах р. Тетерів в межах м. Житомира, що зумовлює токсикологічний вплив на гідробіонтів та порушує процеси самоочищення водойми. Прогнозується збереження негативних тенденцій протягом 2024-2026 років. Концентрації міді та кобальту не перевищують ГДК, проте існує потенційний ризик для здоров'я людини від хронічного впливу низьких концентрацій цих металів через тривалу експозицію та можливу взаємодію з іншими іонами.

Для мінімізації надходження важких металів у р. Тетерів необхідно забезпечити ефективне очищення промислових і комунальних стічних вод, поліпшити очистку дощових стоків з урбанізованих територій перед їх скидом у річку, пропагувати екологічну свідомість серед населення та реалізувати програми сталого розвитку регіону.

### Список використаних джерел:

1. Skyba G., Kolodii M. Quantitative assessment of water quality in the Vidsichne reservoir (Zhytomyr, Ukraine). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2023. 1254. 012084.
2. Tsyhanenko-Dziubenko, H. Kireitseva, L. Demchuk, V. Vovk. Hydrochemical Determination of the Teteriv River and the Kamianka River Eutrophication Potential. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2023. Vol. 2023, No. 1, С. 1-5.
3. Tsyhanenko-Dziubenko, H. Kireitseva, L. Demchuk. Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2023. Vol. 2023, No. 1, С. 1-5.
4. Державне агентство водних ресурсів України. План управління річковим басейном Дніпра. URL: [https://davr.gov.ua/fls18/Dnipro/S\\_Dnipro.pdf](https://davr.gov.ua/fls18/Dnipro/S_Dnipro.pdf)

*Лініх А.В.,  
здобувач вищої освіти науково-освітнього ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Шмандій В.М.,  
д.т.н., проф., професор кафедри екології та біотехнологій,  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
[alinh@gmail.com](mailto:alinh@gmail.com)*

## **ВПЛИВ ПРОДУКТІВ УТИЛІЗАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ (СОНЯШНИХ ПАНЕЛЕЙ) НА СТАН ДОВКІЛЛЯ**

Переломним моментом для відновлюваної енергетики в Україні вважається 2008 рік. Було ухвалено закон про запровадження "зеленого" тарифу. Перші промислові сонячні електростанції почали з'являтися саме після запровадження цього "зеленого" механізму, а це вже майже 20 років тому.

Багато об'єктів на півдні України, зокрема в Херсонській та Запорізькій областях, опинилися в зоні бойових дій або під окупацією тому на перше місце за темпами зростання почали виходити малі та автономні рішення (сонячні панелі для домогосподарств та мікромережі). Після початку війни значно зріс інтерес до проєктів енергетичної незалежності, де важливу роль відіграють саме сонячні установки, як з боку промисловості так і з боку приватних домогосподарств, що призведе до значного зростання кількості парку сонячних панелей з кожним наступним роком.

Під час війни значна частина сонячних електростанцій в Україні зазнала пошкоджень або була повністю зруйнована. Через бойові дії та окупацію південних регіонів — Херсонської, Запорізької та Миколаївської областей — низка промислових сонячних об'єктів припинила свою роботу. Обстріли та мінування територій призвели до руйнування інфраструктури, а деякі сонячні панелі стали недосяжними через бойові дії. Втрата цих об'єктів значно вплинула на енергетичний баланс країни та посилила виклики в забезпеченні стабільного електропостачання. Проте навіть в умовах війни триває відновлення та переорієнтація на малі та автономні рішення, що сприяють енергетичній незалежності та підтримують життєдіяльність критичної інфраструктури.

Стандартний термін стабільної роботи сонячних панелей становить 25-30 років [1;2]. Більшість виробників гарантують, що протягом цього терміну панелі будуть працювати ефективно, хоча з часом їх продуктивність може поступово знижуватися за рахунок деградації фотоелектричних компонентів.

Ми вважаємо доцільним поставити питання щодо негайної потреби у вирішенні механізмів утилізації сонячних панелей, що відпрацювали свій термін або пошкоджених внаслідок бойових дій. Саме не захоронення, а процес утилізації є важливим для мінімізації негативного впливу на довкілля та повторного використання цінних матеріалів.

До основних компонентів панелей, які підлягають переробці належать скло (близько 70% маси панелі), алюмінієва рама (можна майже повністю переробити переплавлянням), кремнієві пластини (їх можна повторно використовувати після очищення), метали (мідь, срібло, свинець тощо, що видобуваються з електричних компонентів), полімери та інші композитні матеріали (підлягають обмеженій переробці).

Європейський Союз регулює утилізацію сонячних панелей через Директиву WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) [3]. У Європі працюють спеціалізовані компанії та заводи з утилізації, такі як Veolia у Франції, які можуть переробляти до 96% матеріалів відпрацьованих панелей. У США цей процес менш централізований, але активно розвивається. Утилізацією займаються компанії, такі як First Solar, що спеціалізуються на переробці тонкоплівкових панелей. Китай, будучи лідером у виробництві панелей, також розвиває інфраструктуру для їхньої утилізації з огляду на зростання обсягів старих панелей. На жаль, в Україні поки що відсутня розвинена система утилізації сонячних панелей. Більшість відпрацьованих панелей вивозять до країн ЄС для переробки, де є відповідна інфраструктура.

Вважаємо за доцільне створення національних програм з утилізації та підприємств для цього, оскільки вже в найближчі роки обсяги відпрацьованих панелей в Україні стрімко зростатимуть, а велика кількість пошкоджених під час бойових дій та масованих атак панелей вже забруднює навколишнє природне середовище.

Основним чинником гальмування впровадження утилізації в Україні є вартість переробки, яка часто перевищує вартість отриманих матеріалів, що робить процес економічно невигідним. Однак токсичні матеріали (наприклад, свинець або кадмій) становитимуть загрозу для довкілля, якщо панелі не будуть утилізовані належним чином. Недостатня інфраструктура в країнах, що розвиваються, зокрема і в Україні, загрожує екологічній безпеці та стану довкілля в короткій, середній та довготривалій перспективі.

Якщо не буде запроваджено виваженої та неухильної держаної стратегії управління відходами в напрямку утилізації сонячних панелей, вони можуть накопичуватися на звалищах, виділяючи токсичні елементи, згодом країну чекають галопаючі темпи забруднення та збільшення фактичних витрат на вирішення цієї проблеми.

Процес переробки матеріалів із сонячних панелей споживає значно менше енергії, ніж виробництво нових матеріалів з видобутої сировини. Це знижує викиди CO<sub>2</sub> та сприяє боротьбі зі зміною клімату.

Скло є недеградуєчим матеріалом, тобто воно не розкладається з часом. Ми вважаємо, що накопичення великої кількості скла на звалищах може переважувати існуючі полігони та вимагати нових територій для захоронення, а великі масиви відходів сприяють утворенню смітєвих полігонів, які забруднюють навколишнє середовище та погіршують екосистеми. Фрагменти скла можуть спричинити травми людям та тваринам, особливо якщо відходи зберігаються без належних заходів безпеки. Неконтрольоване накопичення скла створює ризик самозаймання відходів, що може призвести до пожеж на сміттєзвалищах та викиду токсичних речовин у повітря.

Якщо скло містить хімічні домішки (як у випадку з тонкоплівковими сонячними панелями, де використовуються токсичні елементи, наприклад, свинець, кадмій-телурид або селенід міді-індію-галію (CIGS)), воно може виділяти небезпечні речовини в ґрунт та ґрунтові води. Утилізація може запобігти їх потраплянню у ґрунт та підземні води.

Наприклад, алюміній після переробки зберігає ті ж властивості, але його повторне використання потребує лише 5% енергії від тієї, що витрачається на виробництво нового металу. Вторинне використання матеріалів допомагає зменшувати навантаження на природні ресурси та зменшує потребу у видобутку корисних копалин, що є раціональним використанням природних ресурсів.

Кремній сам по собі є відносно безпечним матеріалом, але під час розбиття або пошкодження панелей під дією фізичних або природних чинників (наприклад, град, бойові дії чи зношеність) частинки кремнію можуть потрапляти у навколишнє середовище. Неочищений кремній із старих або дефектних панелей у великих концентраціях може бути небезпечним для мікроорганізмів у ґрунті та воді, оскільки впливає на їх середовище існування.

Хоча кремній не є традиційним елементом для більшості видів добрив, але відіграє важливу роль у підтримці здоров'я рослин, особливо в умовах стресу. Дослідження показали, що він може сприяти підвищенню врожайності та стійкості рослин до несприятливих умов, хоча безпосередньо не належить до основних поживних елементів, як азот, фосфор або калій.

Після відповідної переробки кремній допомагає нейтралізувати токсичний вплив важких металів, таких як кадмій або миш'як, які можуть бути присутні у ґрунті. Це особливо важливо для сільськогосподарських угідь, де ґрунти піддаються забрудненню. Таким чином від забруднювача він переходить у розряд відновлювачів ґрунтів. Кремній в біодоступній формі може підвищувати ефективність фотосинтезу завдяки кращому регулюванню водного балансу та зниженню температурного стресу. Кремнієві добрива покращують стійкість до грибкових захворювань та сприяють рівномірному зростанню.

В процесі утилізації потрібно вирішувати багато проблемних питань бо сонячні панелі містять шаруваті матеріали, які важко розділити, що ускладнює процес переробки. Проте створення інфраструктури для утилізації сприяє розвитку зелених робочих місць та інновацій у сфері переробки. Впевнені, що утилізація на території України допоможе забезпечити сталість розвитку енергетики, що зробить галузь ще екологічнішою та менш залежною.

Резюмуючи звертаємо увагу, що утилізація сонячних панелей є важливим елементом раціонального використання природних ресурсів. Вона сприятиме скороченню видобутку сировини, зменшенню обсягів відходів і підвищенню енергетичної ефективності. Утилізація сонячних панелей відкриває шлях до перетворення відходів у здобутки, відновлення ґрунтів та запровадження екологічного сільського господарства. Розвиток інфраструктури для переробки сонячних панелей допоможе забезпечити сталий розвиток енергетики та зменшити екологічний слід, наближаючи Україну до світових стандартів.

#### Список використаної літератури

1. Limited warranty for RISEN ENERGY dual glass and bifacial PV MODULE. RISEN ENERGY Co.,LTD. EN.URL:[https://en.risenenergy.com/uploads/20220728/Risen\\_Limited%20Warranty\\_Dual-Glass & Bifacial % 20 Modules\\_A\\_1\[2021\]%20.pdf](https://en.risenenergy.com/uploads/20220728/Risen_Limited%20Warranty_Dual-Glass & Bifacial % 20 Modules_A_1[2021]%20.pdf) (date of access: 29.10.2024).
2. Limited Warranty for LONGi Solar Modules . LONGi Green Energy Technology Co., Ltd. (LONGi). EN. URL:[https://static.longi.com/Limited\\_Warranty\\_for\\_LON\\_Gi\\_Solar\\_Modules\\_Distributed\\_Generation\\_Market\\_78b6de0d4a.pdf](https://static.longi.com/Limited_Warranty_for_LON_Gi_Solar_Modules_Distributed_Generation_Market_78b6de0d4a.pdf) (date of access: 29.10.2024).
3. Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) (recast) Text with EEA relevance. EUR-Lex. EN. URL:<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX:32012L0019> (date of access: 29.10.2024).

*Літвінський Б.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
науковий керівник: Демчук Л.Л.,  
к.пед.наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка», м.Житомир*

## **УТИЛІЗАЦІЯ ТА ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ ВІД КОМПАНІЇ ТОВ «ЦЕРСАНІТ ІНВЕСТ»**

Кожного року в Україні виробляється приблизно 500 млн т відходів, з них 2% становлять тверді побутові відходи (ТПВ), 2% сільського господарства, близько 18% відходи від вторинного виробництва та первинного виробництва – 76%. Підкреслимо, що на частку промислових відходів становить приблизно 94% взятих із загальних масштабів відходів. У 2020 році в Україні було утворено 13 млн т твердих побутових відходів (близько 59 млн м<sup>3</sup>), це підтверджено Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства. У незначній кількості, 2 – 3%, може становити частка ТПП у загальних об'ємах відходів, що формуються в нашій державі. Але навіть при таких об'ємах необхідна дієва система утилізації відходів цієї галузі, задля зросту позитивного рівня впливу на середовище. Відходи після переробки являються потенціальною додатковою сировиною для отримання електроенергії та вторинних матеріалів, що вигідно для національної економіки. В дипломній роботі увага зосереджена на виробництві керамічної плитки, які являються одними з найпоширеніших джерел утворення твердих побутових відходів. Крім того, що вони завдають значну шкоду довкіллю та спричиняють незворотні зміни у навколишньому середовищі. Мета дипломної роботи – проведення аналізу досліджень в сфері утилізації відходів від виробництва керамічної плитки. Об'єкт дослідження дипломної роботи – підприємства по виготовленню керамічної плитки, утилізація відходів на яких відбувається не ефективно. Предмет дослідження дипломної роботи – технології утилізації викидів та відходів від процесів вироблення керамічної плитки. Крім цього, звернемо увагу на виробництво будівельних матеріалів, у складі яких застосовуються відходи як вторинна сировина, що значно зменшує шкідливий вплив на навколишнє середовище та допомагає застосовувати ресурси більш ефективно.

Відходи – це сировини, її залишки або речовини, що не придатні для виробництва та несуть негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини. ТПВ (тверді побутові відходи) – це вид відходів, що утворюються у побуті та в переважній більшості завозяться на полігони. Через погану переробку ТПВ значно погіршується санітарноепідеміологічна ситуація в Україні, що вносить корективи у клімат та негативно впливає на життя людей. Вплив стає більш помітним щодня. За результатами статистичних досліджень було зазначено, що територія полігонів та смітників у нашій державі значно більша у порівнянні з територією заповідників. Території звалищ та полігонів становить 7% від усієї площі України, а території об'єктів природного заповідного фонду – близько 4,5%. Ресурсу полігонів вже не вистачає, а звалища стали фактором антропогенного забруднення атмосфери. Всього 243 одиниць (6%) звалищ – переповнені відходами, а також 1187 од, тобто 28%, не відповідають встановленим екологічним та санітарним нормам. Приблизно 35 тисяч нелегальних звалищ створюється кожного року на території України, 17% від яких перевантажені, а 20% з них екологічно небезпечні. Саме тому, утилізація ТПВ обов'язкова, особливо при щорічному утворенні в Україні нових 50 млн м<sup>3</sup> сміття. На сьогоднішній день, всього 7% твердих побутових відходів проходить процес переробки та утилізації, інша решта скупчуються на сміттєзвалищах. Поки що, в Україні недостатньо умов та ресурсів для створення заводів з переробки відходів та ліній сортування. Також необхідні відповідні державні ініціативи, для створення мережі утилізаційних підприємств.

Наразі в Україні запроваджена планово-регулярна система збору побутових відходів: відходи збираються у металеві контейнери, які розташовані на спеціальних майданчиках у дворах житлових будинків. Розглянемо методи утилізації ТПВ:

1. Захоронення – сміття розташовують ярусами, пресують та захороняють на спеціальних територіях.
2. Переробка – це процес використання обробних технологій твердих побутових відходів з метою отримання вторинної сировини.
3. Спалювання. Відходи проходять термічну обробку, тобто спалюються на спеціально облаштованих територіях, а в подальшому попіл захороняються.

На сьогоднішній день в Україні на полігонах, що призначені для поховання збирається достатньо велика кількість відходів щороку, а саме: 400 т пластику, 400 т чорних металів, 25 тис т кольорових металів та найбільша кількість паперу – 2,5 млн т паперу. Ціна даного матеріалу сягає більше 1 млрд гривень. Процес захоронення відходів на полігонах являється екологічно небезпечним та комерційно непривабливим для майбутнього. Під час розкладання відбувається значний вплив на клімат, через шкідливі викиди в повітря метану та інших газів. Також при попаданні токсинів від сміття у воду, вони

мігрують у ґрунтові води, поширює забруднення на оточуючі території. Також виділяють проблему розкладання відходів після закриття полігонів, що потребує довготривалого періоду. Через те, що запах від сміття поширюється на прилеглі території, не привабливий вид звалищ та виділення вибухонебезпечного метану. Загрозливий характер несуть у собі заражені медичні відходи, що мають утилізуватися в спеціально відведених місцях (відповідно до Київського Протоколу та норм Європейського Союзу), але при цьому опиняються на звичайних полігонах.

При використанні методу спалювання ТПВ формується близько 4-8 тис м<sup>3</sup> газів у складі яких сірка, оксид азоту, важкі метали, сполуки групи діоксинів, хлороводень, поліхроматичний вуглець та хлорбензоли, які мігрують в навколишнє середовище. Сульфати, нітрити, нітрати, нафтопродукти та інші елементи фіксують у стічних водах в територіях наближених до полігонів. При тому, що під час спалювання втрачаються продукти, що могли б бути застосовані як вторинна сировина, яка в свою чергу застосовується у створенні нових металів, черепиці, виробів з паперу та картону. Від методу спалювання відходів вже відмовилися США та країни Європи, аргументуючи це небезпечними викидами при утилізації. Застосування сучасних методів переробки ТПВ позитивно впливають на шляхи вирішення проблем з поводженням ТПВ. Це відбувається завдяки механізму роздільного збору, перевезення, переробки та утилізації твердих побутових відходів, тим самим зменшуючи негативний вплив на здоров'я людей та довкілля. Розглянемо причини неправильного поводження з ТПВ:

1. Знехтування обсягами проблеми владою. Масштаби, складність та специфіка не достатньо оцінені, при цьому багато технологій вже застаріли. Також відчутний брак фінансування з боку держави.

2. Територіальна незбалансованість. А саме, не ефективна інфраструктура збирання, переробка та утилізація ТПВ. При чому їх об'єми збільшуються та продовжують накопичуватися.

3. Низький рівень фінансового забезпечення заходів спрямованих на поводження з побутовими відходами. Брак досвіду та ігнорування досвіду розвинених країн.

4. Відсутність дійової державної екологічної політики на місцевому рівні. Це спричиняє проблеми тарифної політики у сфері збору та вивезення відходів, а також провокують порушення системного підходу до організації збору ТПВ, який спрямував би державну політику орієнтуватися на утворення вторинної сировини.

Вторинне вживання відходів для створення нових матеріалів у виробництві називається рециркуляція. Приведемо для прикладу роботи С.В. Шаповал, І.В. Удовиченко та О.О. Мураховської, в яких розкрито питання, як використовувати метод рециркуляції на підприємствах з виробництва керамічної плитки. В статті "Виготовлення ефективної керамічної цегли з використанням техногенної сировини", були описані питання виготовлення керамічної цегли з використанням техногенної сировини, а саме пилу з відходів промисловості. Утилізація відходів кераміки відіграє важливу роль для навколишнього середовища. Насамперед, у сфері зменшення шкідливого впливу на оточення, а також забезпечення сталих та ефективних процесів виробництва. Вторинне застосування відходів у вигляді сировини – це один з методів утилізації керамічних відходів. За приклад, брикети, які виготовлені з відходів керамічної плити та можуть бути у вжитку, як допоміжне паливо. Також з сировини утвореної процесом вторинної переробки можна зробити бетонні блоки, дорожні покриття тощо. Ще одним методом утилізації являється зменшення об'ємів відходів за допомогою покращених процесів виробництва та завдяки ефективному використанню ресурсів. У виробництві може бути присутній метод рециклінгу, що дозволяє високоєфективно переробляти відходи та повторно застосовувати для нової сировини, а також зменшити кількість відходів. При вживанні процесів утилізації відходів керамічної групи можна значно зменшити рівень впливу на оточуюче середовище, а також отримати економічну вигоду від реалізації відходів.

#### Список використаної літератури

1. Коцюба І.Г., А.Ф. Щербатюк, Т.Б. Годовська Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі. Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: механіко-технологічні системи та комплекси. Харків, 2016 року. Вип. № 7. С. 95–100.

2. Коцюба І. Г. Прогнозування сезонного морфологічного складу твердих побутових відходів м. Житомира. Вісник Приазовського державного технічного університету: Збірник наукових праць. Серія: Технічні науки. Маріуполь, 2016. Вип. 33. С. 213–222

3. Пацева І.Г., Нонік Л.Ю. Стратегічний аналіз передумов впровадження логістичних підходів у систему управління відходами на регіональному рівні. Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 2(53). С. 77-83

4. ПАЦЕВА І., НОНІК Л. (2023). Рециклінг відходів руйнації - крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2023. №3. с. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>

5. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. Екологічна безпека та технології захисту довкілля №4. 2023. с. 40-47. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8292>

Нонік Л.Ю.,  
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій  
Говорадло О.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир

## ЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

Протягом останніх десятиліть пластик став невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, але разом із зручністю та дешевизною він приніс серйозні виклики для навколишнього середовища. Пластик забруднює океани, річки, озера і навіть підземні води, впливаючи на біорізноманіття та здоров'я планети.

Щорічно у світовий океан потрапляє близько 8-10 мільйонів тонн пластику. Зараз у океанах накопичено вже понад 150 мільйонів тонн пластикових відходів, і ця цифра продовжує зростати. Пластик потрапляє у воду через неефективне управління відходами, погано розвинуту інфраструктуру для утилізації, а також через прямиї викиди відходів людьми.

Пластикові відходи потрапляють у водойми декількома шляхами:

- побутові відходи: залишене у громадських місцях сміття, яке з часом переноситься у водойми.
- промислові викиди: відходи від виробництв, які не утилізуються належним чином.
- мікропластик: частинки пластику з косметичних засобів, синтетичних тканин, шин та інших джерел, мікропластик надто малий для традиційних систем фільтрації, тому він потрапляє у воду та засвоюється організмами.

Фізичний вплив на морських тварин. Пластик, що плаває на поверхні води, часто виглядає як їжа для морських птахів, риб, черепах і навіть китів. Ковтаючи пластик, вони не можуть його перетравити, що призводить до блокування травного тракту і навіть до загибелі від голоду чи отруєння. Багато морських тварин також заплутується у пластикових відходах – рибальських сітках, мотузках та пакетах, що обмежує їхні рухи, призводить до травм або загибелі.

Хімічне забруднення. Пластик містить шкідливі хімічні речовини, такі як фталати, бісфенол-А (BPA) та інші добавки, які виділяються у воду. Ці хімікати негативно впливають на репродуктивні системи та гормональний баланс багатьох організмів, що призводить до порушень у розвитку і поведінці. Пластик також поглинає токсини з води, такі як важкі метали й пестициди. Потім, потрапляючи в організми, ці речовини потрапляють у харчовий ланцюг, загрожуючи здоров'ю тварин та людей.

Вплив на екосистеми. Пластикові відходи змінюють структуру і функції екосистем, наприклад, впливаючи на склад планктону. Оскільки планктон є основним джерелом їжі для багатьох морських тварин, його забруднення пластифікаторами порушує харчові ланцюги. Пластикове сміття на узбережжях і пляжах також знижує біорізноманіття, створюючи несприятливі умови для розмноження та розвитку прибережних видів.

Основні кроки для вирішення проблеми:

1. Зменшення виробництва пластику.
2. Поліпшення системи управління відходами.
3. Розробка біорозкладних альтернатив.
4. Освітні програми та підвищення обізнаності. Таким чином, пластикові відходи – це глобальна загроза для водних екосистем, біорізноманіття і здоров'я людини. Усвідомлення масштабів цієї проблеми та вжиття ефективних заходів щодо зменшення пластикового забруднення є важливими кроками на шляху до збереження наших водних ресурсів та підтримання екологічної рівноваги. Кожен громадянин може зробити свій внесок, зменшуючи використання пластику і підтримуючи ініціативи, спрямовані на захист довкілля.

### Список використаної літератури

1. Коцюба І.Г., А.Ф. Щербатюк, Т.Б. Годовська Прогнозування обсягів утворення твердих побутових відходів в місті Житомирі. Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: механіко-технологічні системи та комплекси. Харків, 2016 року. Вип. № 7. С. 95–100.
2. Коцюба І. Г. Прогнозування сезонного морфологічного складу твердих побутових відходів м. Житомира. Вісник Приазовського державного технічного університету: Збірник наукових праць. Серія: Технічні науки. Маріуполь, 2016. Вип. 33. С. 213–222
3. ПАЦЕВА І., НОНІК Л. (2023). Рециклінг відходів руйнації - крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2023. №3. с. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>
4. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. Екологічна безпека та технології захисту довкілля №4. 2023. с. 40-47. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8292>



*Мартинчук С.М.,  
Здобувач освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Можарівська І.А.,  
к.с.-г.н., доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
ke\_mia@ztu.edu.ua*

## **ВПЛИВ ФОСФАТОВМІСНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЗАСОВІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН НА СТАН ДОВКІЛЛЯ**

Інтенсифікація агровиробництва характеризується застосуванням значних доз мінеральних добрив, пестицидів та інших агрохімічних препаратів. Безконтрольне внесення мінеральних добрив призводить до уповільнення природних процесів асоційованого перетворення атмосферного азоту в біодоступні для рослин сполуки. Концентрації розчинів мінеральних солей негативно впливають на мікробіологічну активність ґрунту, знижуючи кількість корисних бактерій і мікроорганізмів, що сприяють формуванню родючого шару та процесам гуміфікації, що в свою чергу уповільнює утворення гумусу. У результаті виникає потреба в регулярному внесенні додаткових мінеральних добрив для підтримання родючості ґрунту.

Багаторічні дослідження агрохіміків вказують на те, що з 10 частин фосфору, що використовуються в аграрному секторі для вирощування кормових культур, лише одна частина інтегрується в харчові продукти, споживані людиною, три частини залишаються в ґрунті, а шість частин можуть бути виведені у водойми разом із тваринницькими відходами, якщо не переробляються в органічні добрива. Ці викиди фосфатів є основним джерелом забруднення гідросфери.

Фосфати – це ефективні мінеральні добрива для будь-яких зелених рослин. Тому потрапляючи у водойми вони починають підживлювати водорості, пришвидшуючи швидкість їх розмноження. Щороку в океан надходять мільйони тонн фосфатів із континентальних територій, що серйозно впливає на світовий водний баланс і здоров'я океанічних екосистем.

Проблема фосфорних добрив, які масово використовуються для підвищення врожайності, полягає не лише в екологічному впливі, а й у здатності фосфатів накопичуватися в ґрунті разом із небезпечними елементами, такими як стабільний стронцій, фтор, радій та інші елементи, які містяться в добривах як домішки, поступово нагромаджуються у ґрунті. Це створює ризик для здоров'я людей, оскільки ці токсичні речовини можуть потрапляти в рослини і через харчовий ланцюг досягати організму людини, викликаючи хронічні захворювання та підвищуючи ризик ракових хвороб.

Джерелом небезпеки для довкілля стають також хімічні засоби захисту рослин, такі як пестициди, використовуються для боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин і мають на меті зберегти врожайність сільськогосподарських та лісових культур. Проте їхнє широке застосування має низку негативних побічних ефектів. Пестициди, накопичуючись у ланцях, порушують екологічну рівновагу, викликають знищення корисних видів тварин, таких як комахи-запилювачі, які є критично важливими для запилення багатьох культур. Їхня загибель призводить до зниження врожайності багатьох рослин.

Пестициди чинять глибокий і незворотний вплив на біоценози – цілісні природні співтовариства організмів. Вони пригнічують біологічну активність ґрунтів, знищуючи корисні мікроорганізми, які відіграють важливу роль у формуванні родючого шару ґрунту та підтримці його здоров'я. Це погіршує структуру ґрунту і знижує його природну здатність до самоочищення і регенерації, з часом призводячи до деградації ґрунтових ресурсів, зменшення врожайності і потреби в ще більшій кількості хімічних добрив.

Таким чином, неконтрольоване використання фосфорних добрив і пестицидів створює серйозні екологічні небезпеки та загрози для здоров'я. Необхідні заходи для зниження використання хімічних засобів у сільському господарстві, перехід на більш екологічні методи землеробства, а також посилення контролю за вмістом небезпечних речовин у добривах та пестицидах. Важливо розвивати органічне землеробство та впроваджувати альтернативні засоби захисту рослин, щоб зберегти баланс у природних екосистемах і забезпечити безпечні умови для здоров'я людини.

Список використаної літератури

1. Валерко Р.А., Гальвиць О. Г. Оцінка екологічного інтегрального індексу розвитку сільських населених пунктів Житомирського району на основі показників якості питної води. In: The 8th International scientific and practical conference "Science, society, education: topical issues and development prospects" (July 5-7, 2020) SPC "Sci-conf. com. ua", Kharkiv, Ukraine. 2020. 341 p. 2020. p. 10.

2. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Можарівська І.А. Вміст важких металів у зерні кукурудзи при умові вирощування на Поліссі України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 136. С. 316-321.

*Власенко К.Г.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 275 «Транспортний сервіс та логістика»  
Науковий керівник: Гармаш Б.К.,  
к.т.н., доц., доцент кафедри охорони праці та навколишнього середовища,  
Український державний університет залізничного транспорту  
kirillvlascenko715@gmail.com*

## **ВІЙНА ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ДЛЯ УКРАЇНИ: РУЙНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ ТА ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ**

Війна, яка охопила Україну з 2022 року, стала не лише гуманітарною та соціальною катастрофою, а й спричинила глибокі екологічні проблеми, які можуть мати довготривалі наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людей. Військові дії на території країни призвели до масштабного руйнування природних екосистем, забруднення води, ґрунтів і повітря, а також до загрози для біорізноманіття. Бойові дії, вибухи, пожежі, руйнування інфраструктури та хімічне забруднення територій створюють серйозні екологічні виклики, які ускладнюють подальше відновлення країни після завершення війни.

Воєнні дії спричинили масштабні руйнування природних екосистем, забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами. Війна стала серйозною екологічною кризою, яка вимагає термінових дій для зниження її негативних наслідків і відновлення природних ресурсів України. Наслідки цієї екологічної кризи будуть відчутні не тільки на короткостроковій, але й на довгостроковій перспективі.

### **1. Руйнування екосистем і природних територій.**

Один з найбільших екологічних ризиків, пов'язаних з війною, полягає у знищенні природних екосистем та важливих природних територій, таких як ліси, болота, степи та заповідники.

Ліси є одним з основних природних ресурсів України, важливими для стабільності екосистем, збереження водного балансу, поглинання вуглецю та підтримки біорізноманіття. Військові дії призвели до значних пошкоджень лісових масивів, особливо в прифронтових зонах, де активно використовуються артилерійські обстріли, авіаудари та вибухи. Лісові території, які традиційно виконують роль природних фільтрів для повітря, води і ґрунтів, страждають від:

пожеж, що спричиняються в результаті обстрілів чи підривів, що забруднюють повітря токсичними речовинами і підвищують рівень забруднення навколишнього середовища;

незаконної вирубки лісів для потреб військових (наприклад, для спорудження укріплень чи використання деревини в якості палива), що виводить з екологічного обігу великі площі природних територій;

деградація ґрунтів, яка відбувається через руйнування корінної рослинності та порушення екологічних функцій лісів.

Такий дії призводять до значного зниження площі лісових масивів, що, в свою чергу, погіршують екологічну ситуацію і сприяють посиленню ерозії ґрунтів, зміні водного балансу в регіонах, підвищенню рівня CO<sub>2</sub> в атмосфері.

### **2. Знищення степових та водно-болотних екосистем.**

Українські степи, які займають значну частину південного і центрального регіону країни, є важливою ланкою природної спадщини, мають високу біорізноманітність і виконують екологічні функції, зокрема, утримання вологи та стабілізацію клімату. Війна призвела до суттєвих змін у цих екосистемах:

деградація степів через активні бойові дії та інтенсивне використання території під укріплення та військову інфраструктуру значно зменшили площі степів;

знищення водно-болотних угідь, які є домом для багатьох видів флори та фауни, призвели до руйнування дельт річок, таких як Дніпро і Дністер, що має серйозні наслідки для біорізноманіття;

більше того, зміни у складі рослинного покриву через постійні пожежі та втрату природного середовища мають довгостроковий ефект на екосистеми, що буде відчутно ще кілька десятиліть після завершення бойових дій.

### **3. Вплив на біорізноманіття.**

Багато видів флори та фауни, що мешкали в зонах бойових дій, зазнали загрози зникнення.

В умовах бойових дій тварини, що проживають у лісах, степах та інших природних середовищах, можуть загинути через вибухи або залишитися без їжі та притулку через руйнування їхнього середовища існування.

Особливо це стосується рідкісних видів, для яких зміна середовища може стати фатальною:

знищення природних середовищ проживання ставить під загрозу багато видів тварин і рослин, що не можуть адаптуватися до нових умов;

загроза для міграційних шляхів деяких видів, таких як птахи і ссавці, які не можуть продовжувати свої шляхи через зруйновані природні коридори або нестачу їжі та укриттів.

Військові дії на сході та півдні України зачепили також природоохоронні території, такі як національні парки, заповідники і природні пам'ятки. Вони стали частинами «лінії фронту», де спостерігалось знищення рідкісних видів флори та фауни, а також руйнування інфраструктури заповідників.

Особливо сильно постраждали природні екосистеми в прифронтових зонах, зокрема в Луганській, Донецькій, Харківській, Херсонській областях, де бойові дії відбувалися на тлі великих екологічних проблем, таких як забруднення води та повітря.

Ці зміни можуть мати ланцюгові наслідки для всіх рівнів екосистеми, включаючи порушення харчових ланцюгів та зменшення чисельності інших видів, що залежатимуть від знижених видів.

4. Забруднення територій боєприпасами та токсичними речовинами.

Розриви мін, снарядів і ракет, а також інші вибухонебезпечні предмети залишають на територіях величезну кількість токсичних речовин, таких як важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), що потрапляють в ґрунти і води. Це може мати довгострокові негативні наслідки для екосистем, підвищуючи токсичне навантаження на живі організми та знижуючи родючість ґрунтів.

Крім того, вибухи можуть пошкоджувати хімічні заводи, нафтогазові об'єкти та склади з токсичними речовинами, що призводять до розповсюдження отруйних хімікатів в навколишнє середовище.

5. Забруднення водних ресурсів.

Унаслідок бойових дій відбувається забруднення річок, озер і підземних вод хімічними речовинами, нафтопродуктами, важкими металами, а також залишками боєприпасів. У районах активних бойових дій також виникає загроза руйнування дамб та водосховищ, що може призвести до великих затоплень і подальших екологічних катастроф.

6. Екологічні катастрофи через руйнування інфраструктури.

Руйнування інфраструктури, зокрема, систем водопостачання, водовідведення та електромереж, підвищує екологічні ризики для навколишнього середовища. Пошкодження об'єктів інфраструктури може призвести до несанкціонованих викидів хімічних та токсичних речовин у навколишнє середовище, забруднення ґрунтів і водних ресурсів. Такі катастрофи можуть мати серйозні і довготривалі наслідки для здоров'я людей і стану довкілля.

Руйнування екосистем та територій має далекосяжні наслідки для відновлення природного середовища в Україні. Їх відновлення потребує значних зусиль, часу та ресурсів, а також залучення міжнародної допомоги. Ключові напрямки відновлення екосистем в умовах післявоєнного часу полягають у:

- рекультивації земель та відновленні лісів і степових угідь для повернення екологічної рівноваги;
- відновленні водних екосистем шляхом очищення річок та водосховищ від забруднення їх токсичними речовинами, зокрема від залишків вибухових матеріалів;
- збереження біорізноманіття через створення нових заповідних територій і проведення програм з охорони рідкісних видів флори і фауни.

Висновок.

Завдання відновлення екологічної ситуації в Україні після війни є одним із найбільш складних і довготривалих процесів. Для цього необхідно:

- розробити стратегії очищення забруднених територій, зокрема, шляхом застосування спеціальних заходів для знешкодження вибухонебезпечних предметів та токсичних речовин;
- відновити природні екосистеми через рекультивацію земель, посадку лісів і відновлення природних водних ресурсів;
- вжити заходів для збереження біорізноманіття, зокрема шляхом створення нових природоохоронних територій, підтримки популяцій рідкісних видів і контролю за їхніми середовищами існування.

Таким чином, війна в Україні не лише приносить людські страждання та руйнує інфраструктуру, а й має серйозні екологічні наслідки, що потребують комплексних і довготривалих зусиль для відновлення. Реабілітація навколишнього середовища стане важливою частиною відновлення країни після завершення бойових дій і вимагатиме міжнародної підтримки, наукових досліджень та екологічної свідомості на всіх рівнях.

Тихоступ Дарина,  
учениця 9 Б класу Лицею № 19 м. Житомира,  
вихованка гуртка "Юний хімік" ЖМЦНТТУМ  
Науковий керівник: Ващук Олена,  
вчитель біології і хімії Лицею № 19 м. Житомира,  
Керівник гуртка ЖМЦНТТУМ  
[lenaschool2005@gmail.com](mailto:lenaschool2005@gmail.com)

## ЕЛЕКТРОЛІЗ ЗАМОРОЖЕНИХ РОЗЧИНІВ ЯК МЕТОД ДОБУВАННЯ МЕТАЛІВ

**Ключові слова:** заморожені розчини, концентрування, електроліз, переробка відпрацьованих гальванічних елементів

Останнім часом актуальним стає вивчення можливості проходження реакцій у заморожених розчинах, особливостей протікання хімічних перетворень та фізико-хімічних процесів, що відбуваються у таких системах.

Збереження екологічної рівноваги та раціональне використання природних ресурсів є однією з найважливіших проблем сьогодення. Серед багатьох полутантів, небезпечними забрудненнями середовища є йони важких металів, які містяться у гальванічних виробках.

Відтак, актуальним є вивчення особливостей протікання процесів у заморожених розчинах та дослідження можливості використання методики проведення електролізу у заморожених системах для переробки відпрацьованих гальванічних елементів.

**Метою роботи** напрацювання методики переробки елементів живлення з застосуванням електролізу заморожених розчинів.

**Об'єкт дослідження:** заморожені багатокомпонентні системи.

**Предмет дослідження:** дослідження особливостей електролізу заморожених розчинів отриманих при розчиненні компонентів відпрацьованих елементів живлення.

Заморожені розчини мають особливі структури через те, що при заморожуванні вода перетворюється в лід, а розчинені речовини концентруються в рідких мікрообластях, які залишаються між кристалами льоду. У заморожених розчинах на поверхні розділу між кристалами льоду та рідкою фазою відбуваються складні фізико-хімічні процеси, зумовлені локальною концентрацією розчинених речовин, зміною структури води та поведінкою іонів і молекул. Це утворює специфічне середовище, що суттєво впливає на фізико-хімічні процеси в замороженому стані [17]. Коли розчин заморожується, лід утворюється поступово, витісняючи розчинені речовини до залишкової рідкої фази. Це може призвести до локального пересичення рідкої фази, що створює умови для інтенсивного осадження речовин або утворення нових хімічних сполук [15]. Виходячи з цього, заморожені розчини можна використовувати для концентрування певних компонентів системи.

З метою вироблення методики утилізації відпрацьованих гальванічних елементів, було здійснено спроби проводити вилучення металів шляхом електролізу із заморожених систем.

**Підготовка сировини.** Подібноємо батарейку, окремо виділяємо корпус. Внутрішні компоненти батарейки поміщаємо у водний розчин, підкислений оцтовою кислотою. Для приготування цього розчину використовуємо 125 мл води і 50 мл оцту (9%).

У цей розчин занурюємо внутрішній вміст батарейки. Визначаємо рН розчину, рН = 4,5.

**Заморожування розчинів.** Електроліз проводили у системах за різних температурних режимів.

Частина дослідів проводили за температури 22<sup>0</sup>С. Розчин заморожували при температурі -1<sup>0</sup>С, -5<sup>0</sup>С, -10<sup>0</sup>С, -15<sup>0</sup>С. Витримували у морозильній камері протягом 6 годин. Розчини відфільтрували. Електроліз проводили протягом 1 години при силі струму 1 А. У якості електродів використовували мідні пластинки.

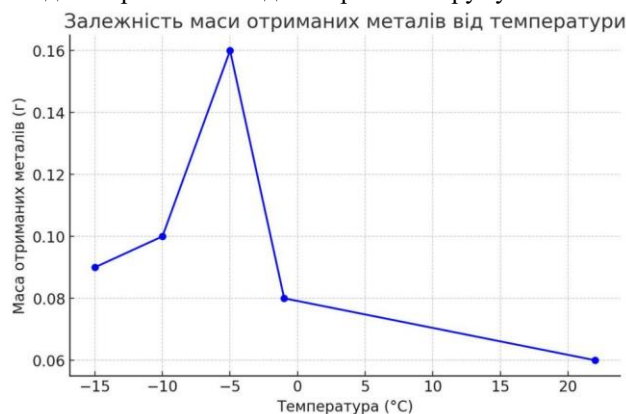


Рисунок 1. Залежність маси отриманих металів від температури заморожування систем

Зведена таблиця результатів електролізу розчинів за різних температурних режимів

Температура приготування розчину, °С	pH розчину	Сила струму, А	Час експерименту, хв	Маса пластинки до електролізу, г	Маса пластинки після електролізу, г	Маса отриманих металів, г
+22 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,300г	2,360г	0,06 г
-1 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,350г	2,43 г	0,08 г
-5 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,468г	2,628 г	0,16 г
-10 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,505г	2,605 г	0,10г
-15 <sup>0</sup> С	4,5	1 А	60 хв	2,520г	2,610г	0,09г

## ВИСНОВКИ

1. Проведено теоретичне вивчення особливостей хімічних перетворень та фізико-хімічних процесів, що відбуваються у заморожених розчинах, енергетичних ефектів, що супроводжують фазові зміни.
2. Досліджено особливостей електролізу заморожених розчинів отриманих при розчиненні компонентів відпрацьованих елементів живлення при pH = 4,5.
3. Встановлено, що заморожування багатокомпонентних систем сприяє концентруванню катіонів металів у рідкій фазі і збільшенню кількості вилученого металу.
4. Встановлено, що найбільшу кількість металів вилучено при температурі заморожування розчину до -5<sup>0</sup>С протягом 6 годин.
5. Встановлено, що навіть незначне заморожування розчину (до температури системи -1<sup>0</sup>С) сприяє збільшенню виходу металів під час електролізу з 0,06 г до 0,08 г (33%).
6. Вважаємо, що напрацьована методика вилучення металів з відпрацьованих гальванічних елементів шляхом заморожування розчинів цих відходів може бути використана для переробки полютантів. Відтак, варто продовжувати дослідження заморожених розчинів, відпрацювання методики та визначення оптимальних параметрів температурного режиму та електролізу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Євсєєва, М. В. Електрохімічні процеси. Теорія та практикум : навчальний посібник / М. В. Євсєєва, А. П. Ранський, О. А. Гордієнко. – Вінниця : ВНТУ, 2017. 111 с
2. Яворський, В.Т. Утилізація цінних компонентів із відпрацьованих малих джерел електричного струму / В. Т. Яворський, Г. І. Зозуля, Р. Л. Буклів // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2014. №17(787). С. 117-121.
3. Яцемирський В.К. Фізична хімія. Підручник для студентів ВНЗ. Київ. Ірпінь. ВТФ "Перун". 2007. 512с.
4. *Allen J. Bard, Larry R. Faulkner, Henry S. White Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications* New York: John Wiley & Sons, Inc. 2001. 850 p.
5. Yakun Wang, Ziwei Song, Liwen Zhang, Deming Dong, Zhuojuan Li, Heyang Sun, Liting Wang, Zhiyong Guo. Distribution and photodegradation of typical nonsteroidal anti-inflammatory drugs in an ice-water system: Simulation of surface waters with an ice cover // Journal of Chemical Education. Volume 202, 20 May, 2003 . <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652623009812?via%3Dihub>
6. Richard E. Pincock, Tomas E. Kiovsky. Kinetics of Reactions in Frozen Solutions // Journal of Chemical Education. Volume 43, Number 7, July, 1966. p.358 - 360
7. [https://ecosoft.ua/ua/blog/ochistka-vody-zamorazhivaniem/?srsltid=AfmBOoqKiMPJEGd2vuxAmeD\\_F7pVX4cP4ixEEf6oR1tczpaS7HJGWWe0](https://ecosoft.ua/ua/blog/ochistka-vody-zamorazhivaniem/?srsltid=AfmBOoqKiMPJEGd2vuxAmeD_F7pVX4cP4ixEEf6oR1tczpaS7HJGWWe0)

*Грибінчук В.А.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
Науковий керівник: Шевчук Л.М.,  
д.б.н., проф., професор кафедри наук про Землю,  
Державний університет «Житомирська політехніка»,  
[nz2\\_gmv@student.ztu.edu.ua](mailto:nz2_gmv@student.ztu.edu.ua)*

## **НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ВОЄННОГО ХАРАКТЕРУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ (АНАЛІЗ ЗА ОСТАННІ 5 РОКІВ)**

Надзвичайні ситуації (НС) воєнного характеру, що виникли на території України за останні п'ять років, суттєво вплинули на безпеку населення, стан довкілля та використання природних ресурсів. Воєнні дії призвели до масштабних руйнувань інфраструктури, забруднення земель і водних ресурсів, що викликало необхідність глибокого вивчення впливу таких ситуацій на екологічну та соціальну сфери. Ця проблема є актуальною, оскільки негативні наслідки можуть мати довготривалий вплив на економіку країни, здоров'я громадян та екологічний баланс, особливо в регіонах, безпосередньо залучених у конфлікт.

Надзвичайні ситуації воєнного характеру справляють значний вплив на управління природними ресурсами, що проявляється в різних аспектах – від руйнування природного середовища до необхідності розроблення нових методів його захисту. Військові конфлікти часто призводять до руйнування екосистем, забруднення повітря, води та ґрунту, а також до втрати біорізноманіття. Під час бойових дій використовуються різні види зброї та техніки, викиди від яких можуть залишатися в навколишньому середовищі на десятиліття, порушуючи його природні процеси. Це створює довгострокові проблеми для відновлення природних ресурсів і сталого розвитку регіонів, які постраждали від військових дій.

На всій території України, де у зв'язку з актом збройної агресії з боку російської федерації, що відбувся 24.02.2022 та широкомасштабним вторгненням в Україну збройних сил російської федерації відповідно до підпункту 6 пункту 4 Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 березня 2003 р. № 368, та Указу Президента України від 24 лютого 2022 р. № 64/2022 «Про введення воєнного стану в Україні», затвердженого Законом України від 24.02.2022 № 2102-IX, класифіковано НС воєнного характеру державного рівня. В кожній області України протягом 2022 року було зафіксовано не менше однієї надзвичайної ситуації військового характеру. Варто зазначити, що в інформаційно-аналітичних довідках ДСНС щодо надзвичайних ситуацій в Україні немає жодних даних про НС воєнного характеру протягом 2019-2021, а також у 2023 році, хоча під час повномасштабного вторгнення такі НС траплялися.

Військові конфлікти мають прямий вплив на землю і воду, руйнуючи їхні природні характеристики. Бомбардування, використання вибухових речовин, витоки нафтопродуктів та інших хімікатів викликають сильне забруднення земельних ресурсів, знижують родючість і сприяють деградації ґрунтів. Землі, що зазнали тривалого впливу важкої військової техніки та вибухових речовин, потребують значних зусиль із відновлення. Мінімізація наслідків надзвичайних ситуацій воєнного характеру вимагає комплексного підходу, що враховує як безпосередні екологічні наслідки, так і довгострокові ризики для здоров'я населення і відновлення економічної та соціальної інфраструктури. Насамперед необхідно організувати систему моніторингу, здатну оперативно оцінювати масштаби збитків і забруднення території. Для цього можна використовувати супутникові знімки, безпілотники та мобільні лабораторії, здатні вимірювати рівень забруднення ґрунту, води і повітря та надавати актуальні дані для ухвалення рішень.

Розроблення та реалізація національної стратегії відновлення територій необхідна для комплексного розв'язання проблем, що виникають унаслідок воєнних дій. Така стратегія має включати оцінку економічних втрат, планування інфраструктурних проєктів, відновлення пошкоджених екосистем і забезпечення сталого регіонального розвитку. Співпраця з міжнародними організаціями та іноземна допомога полегшать реалізацію цих заходів і забезпечать доступ до ресурсів і технологій, необхідних для відновлення країни. Водночас удосконалення нормативно-правової бази в галузі охорони довкілля під час військових операцій сприятиме посиленню екологічного менеджменту та відповідальності за порушення.

Поєднання сучасних методів моніторингу, ефективних методів відновлення та активної участі громадськості може знизити екологічні втрати та забезпечити екологічну стійкість. Як пропозицію рекомендується зосередитися на розробленні національних стратегій з усунення екологічних наслідків військових операцій, включно з мобілізацією ресурсів, підвищенням відповідальності всіх учасників за стан довкілля та ухваленням законодавства щодо захисту природних ресурсів.

*Бредун В.І.,  
к.т.н., доцент кафедри прикладної екології та природокористування,  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
bvi37h@gmail.com  
Бредун А.В.,  
учень 10 класу ліцею №10 м. Кременчук  
[andrejbredun0@gmail.com](mailto:andrejbredun0@gmail.com)*

## **ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО МОНІТОРИНГУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В СІЛЬСЬКИХ ТА СЕЛИЩНИХ ГРОМАДАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

В усіх країнах муніципальні та регіональні системи поводження з відходами продовжують розвиватися з метою підвищення ефективності та надійності їх функціонування. Традиційними шляхами розвитку є удосконалення технологій сортування відходів, розвиток технологій переробки ТПВ з видаленням ресурсоцінних фракцій, оптимізація процесів збирання та транспортування відходів. Транспортно-логістичні процеси значною мірою впливають на ефективність всієї системи поводження з відходами. Часто в умовах України, як в довоєнний період, так і зараз логістична складова муніципальних системи управління відходами характеризується наявністю ряду проблем, таких як застаріла техніка з високим рівнем морального та фізичного зносу та неефективна організація процесів збирання [1].

Одним з напрямків підвищення ефективності логістичних процесів є впровадження сучасних цифрових технологій в системи оперативного планування та корегування маршрутів спеціалізованого транспорту. Така ситуація не тільки збільшує експлуатаційні витрати, а й сприяє збільшенню забруднення довкілля [2]. На жаль, в Україні ці проблеми стоять особливо гостро. В країнах, які запровадили подібні системи, техніко-економічна ефективність процесів збирання ТПВ вища, а моральний та фізичний знос обладнання протікає повільніше.

Досягнення в галузі електронних технологій дозволяють підвищити ефективність транспортно-логістичної складової місцевих та регіональних систем поводження з відходами за допомогою цифрових систем моніторингу наповненості контейнерів, сучасних систем зв'язку на навігації, які побудовані на основі Інтернету речей (IoT) або аналогічних технологій. Такі системи завдяки контролю заповнення контейнерів в режимі реального часу і передачі інформації на центральні сервери системи оперативної маршрутизації транспортних засобів суттєво підвищують ефективність управління відходами, за рахунок оперативної оптимізації маршрутів збору ТПВ [2, 3]. Інтеграція датчиків активного моніторингу наповнення контейнерів та програмного і серверного забезпечення в загальну систему управління відходами дає змогу комунальним службам муніципалітетів ефективно планувати свою роботу та водночас мінімізує вплив на навколишнє середовище [4].

Необхідність впровадження цифрових систем моніторингу обумовлюється збереженням відносно стабільних об'ємів відходів, що утворюються в населених пунктах центральної України. Це пов'язано з тим, що не зважаючи на значний відтік громадян за кордон у зв'язку з військовими діями, чисельність населення в центральній частині України практично не зменшується, завдяки міграції вимушено переміщених осіб з регіонів активного ведення бойових дій. Це підтверджується аналізом демографічного стану таких громад як Опішнянська, Котелевська та інші [5, 6].

Характерною особливістю даного періоду є збільшення кількості побутових відходів у деяких медичних закладах, що обслуговують військових. До-речі, аналогічна ситуація спостерігалась і в період пандемії COVID-19 [4, 7]. Але тоді це було обумовлено здебільшого зростанням кількості відходів групи засобів індивідуального захисту.

Одним із шляхів підвищення ефективності транспортно-логістичної складової місцевих та регіональних систем поводження з відходами громад Полтавської області може бути впровадження системи цифрового моніторингу ТПВ. Це особливо важливо, оскільки згідно європейських практик [2] більшість муніципальних витрат на управління відходами зазвичай припадає на забезпечення процесів збирання та вивезення ТПВ. Але, при цьому постає питання у технологічній можливості та економічній доцільності впровадження даних систем, особливо у сільських громадах, враховуючи їх інфраструктурні, демографічні, соціально-економічні та інші регіональні особливості.

Ще одним важливим фактором впровадження подібних систем є формування підвищеного рівня екологічної свідомості громадян через надання технічних можливостей для її реалізації. Так, громадяни зможуть інформувати комунальні служби про переповнені контейнери, стихійні звалища, тощо за допомогою додатків, таких як ACDÉCHETS [8].

При впровадженні цих систем в сільських та селищних громадах Полтавської області виникають певні складнощі. Аналізуючи інформацію щодо стану забезпеченості сучасними технічними засобами

комунальних підприємств громад Полтавської області можемо констатувати, що переважна частина технологічного обладнання є фізично та морально застарілою, адже вік техніки складає більше ніж десять років. Крім того, практика застосування цифрових технологій по сільським громадам Полтавської області відсутня. На це є декілька причин. Як наприклад: низький рівень свідомості і обізнаності населення, низький рівень кваліфікації працівників комунальних підприємств, що затримує впровадження високотехнологічних систем поводження з відходами та ін. В багатьох сільських та селищних громадах Полтавської області ще не введений роздільний збір твердих побутових відходів. В деяких громадах система поводження з відходами взагалі відсутня.

Проте, розвиток місцевої і регіональної системи поводження з відходами з одночасним вирішенням вищезначених проблем передбачено в Регіональному плані по управлінню відходами в Полтавській області до 2030 року [9]. Але, в основних положеннях Плану не передбачено впровадження цифрових технологій моніторингу ТПВ, хоча даний напрямок в перспективі є одним з пріоритетних для удосконалення системи управління відходами. Це обумовлює необхідність перегляду окремих положень Регіонального плану, в тому числі й з урахуванням передового європейського досвіду, а також існуючих соціальних та економічних умов регіону, сформованих під впливом воєнних дій у країні.

Тим не менше, вже зараз існують громади, які мають потенціал для впровадження систем цифрового моніторингу твердих побутових відходів. Тому, для підвищення ефективності системи поводження з відходами в сільських та селищних громадах Полтавської області важливо визначити критерії доцільності та можливості впровадження технології цифрового моніторингу ТПВ з урахуванням специфіки функціонування систем поводження з відходами в громадах та досвіду експлуатації аналогічних систем в структурно подібних муніципалітетах європейських країнах.

Визначення та впровадження критеріїв дозволить ідентифікувати громади, які готові до інтеграції сучасних цифрових технологій моніторингу в існуючі системи поводження з відходами місцевого та регіонального рівнів. На нашу думку, інтеграція цифрових технологій є одним із перспективних напрямків модернізації концепції поводження з відходами, яка лежить в основі регіонального плану по управлінню відходами в Полтавській області до 2030 року.

#### **Список використаної літератури**

1. Управління відходами 2.0 використовує Інтернет речей для ефективного та екологічно чистого рішення для розумного міста. Режим доступу: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0307608>
2. Проектування та впровадження інтелектуальної системи збору твердих відходів. Режим доступу: [https://www.academia.edu/53548191/Design\\_and\\_implementation\\_of\\_a\\_smart\\_solid\\_waste\\_collection\\_system](https://www.academia.edu/53548191/Design_and_implementation_of_a_smart_solid_waste_collection_system)
3. Проблеми та заходи адаптації до твердих побутових відходів у США. Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/8/4834>
4. Інтелектуальна система моніторингу та контролю відходів на основі Інтернету речей. Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2673-4591/2/1/90>
5. Схема санітарного очищення для смт Опішня, с. Попівка та с. Малі Будища Опішнянської територіальної громади Полтавської області: НУПП. – Полтава. – 2023, - 176с.
6. Схема санітарного очищення населених пунктів Котелевської селищної територіальної громади (договір № 0033/23 від 25.05.2023): НУПП. – Полтава. – 2023, - 216с.
7. Збільшення кількості відходів. Режим доступу: <https://tsn.ua/tsikavinki/pandemiya-prizvela-do-utvorennya-8-mln-tonn-vidhodiv-yak-ce-vpline-na-svitovu-ekosistemu-1905691.html>
8. ACDÉCHETS — це нова версія безкоштовного регіонального інструменту для повідомлення про незаконні звалища відходів в Іль-де-Франс на партнерських територіях. Режим доступу: [https://play.google.com/store/apps/details?id=acdechets.smartidf.services&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=acdechets.smartidf.services&hl=en_US)
9. Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року: проєкт. Режим доступу: <https://www.adm-pl.gov.ua /advert/oprilyudnennya-dlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy> (дата звернення: 30.03.2024).



*Шапіренко М.В.,  
учень 10 класу Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету “Житомирська політехніка”  
Наукові керівники: Нелипович В.В.,  
вчитель математики, вища кваліфікаційна категорія, «викладач-методист»  
Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”,  
аспірант, асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «EcoYouth»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
ke\_miyu@zti.edu.ua*

## **АВТОМАТИЗОВАНИЙ МОДУЛЬ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ СТРІТЕРА-ФЕЛПСА**

В умовах інтенсифікації антропогенного навантаження на водні екосистеми та зростаючої потреби в оперативному прогнозуванні їх стану, розробка автоматизованих систем гідроекологічного моніторингу набуває першочергового значення. Модель Стрітера-Фелпса, яка описує динаміку розчиненого кисню та біохімічного споживання кисню у водних об'єктах, залишається фундаментальним інструментом для оцінки якості води, проте потребує модернізації та автоматизації для відповідності сучасним викликам екологічного менеджменту.

Об'єктом дослідження виступають процеси трансформації якості води у річкових системах під впливом природних та антропогенних факторів. Предметом дослідження є методологічні аспекти автоматизації прогнозування гідроекологічного стану водних об'єктів з використанням модифікованої моделі Стрітера-Фелпса.

Мета дослідження полягає у розробці автоматизованого модуля гідроекологічного прогнозування, що базується на вдосконаленій моделі Стрітера-Фелпса, з урахуванням сучасних технологічних можливостей та вимог до екологічного моніторингу.

Аналіз останніх досліджень свідчить про значний науковий інтерес до модернізації класичних моделей якості води. Peterson K.M. (2020) запропонував модифіковану версію моделі Стрітера-Фелпса з урахуванням температурної залежності коефіцієнтів. Wilson H.D. та співавтори (2021) розробили методологію інтеграції даних дистанційного зондування для калібрування параметрів моделі.

Особливої уваги заслуговують дослідження Thompson R.L. (2022), присвячені автоматизації процесів збору та обробки гідрохімічних даних для моделювання якості води. Anderson M.K. та співавтори (2023) запропонували алгоритми машинного навчання для оптимізації параметрів моделі Стрітера-Фелпса в реальному часі.

Імплементация сучасних технологій моніторингу дозволила суттєво розширити можливості моделі. Zhang W. (2023) розробив систему автоматизованого збору даних з використанням IoT-сенсорів для калібрування параметрів моделі. Martinez P.D. (2024) запропонував методологію інтеграції даних мультиспектральної зйомки для оцінки просторового розподілу параметрів якості води.

Перспективним напрямком розвитку є створення інтегрованих систем прогнозування. Chen L.K. (2023) розробив підхід до комбінування даних наземного моніторингу та супутникових спостережень для підвищення точності прогнозів. Williams R.T. та співавтори (2024) запропонували методологію використання нейронних мереж для вдосконалення прогностичних можливостей моделі.

Перспективи розвитку та значущість дослідження

Розвиток автоматизованого модуля гідроекологічного прогнозування відкриває нові можливості для вдосконалення систем екологічного менеджменту. Harrison K.L. (2024) підкреслює важливість створення адаптивних систем моніторингу, здатних враховувати динамічні зміни у водних екосистемах.

Особливої актуальності набуває розробка методів інтеграції різних джерел даних. Roberts M.J. (2023) пропонує використовувати комплексний підхід до збору та обробки інформації, що включає:

1. Дані автоматизованих станцій моніторингу
2. Результати лабораторних досліджень
3. Дані дистанційного зондування
4. Інформацію з мережі IoT-сенсорів

Практична значущість дослідження полягає у можливості:

1. Оперативного прогнозування якості води
2. Раннього виявлення потенційних загроз
3. Оптимізації процесів водокористування
4. Підвищення ефективності очисних споруд
5. Покращення екологічного менеджменту водних ресурсів

Висновок

Розробка автоматизованого модуля гідроекологічного прогнозування на основі моделі Стрітера-Фелпса представляє собою важливий крок у напрямку вдосконалення систем екологічного моніторингу. Інтеграція класичної моделі з сучасними технологіями збору та обробки даних створює потужний інструментарій для оцінки та прогнозування стану водних екосистем. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів автоматизації, підвищення точності прогнозів та розширення функціональних можливостей системи для забезпечення комплексного підходу до управління водними ресурсами.

Майбутні напрямки досліджень повинні зосередитись на:

1. Вдосконаленні алгоритмів машинного навчання для оптимізації параметрів моделі
2. Розробці методів автоматичної валідації вхідних даних
3. Створенні інтерфейсів для інтеграції з існуючими системами моніторингу
4. Розширенні можливостей прогнозування для різних типів водних об'єктів
5. Впровадженні методів оцінки невизначеності прогнозів

Підсумковий висновок

Імплементація автоматизованого модуля гідроекологічного прогнозування на основі модифікованої моделі Стрітера-Фелпса створює потужну платформу для вдосконалення систем екологічного менеджменту водних ресурсів. Інтеграція сучасних технологій з класичними підходами до моделювання якості води дозволяє суттєво підвищити ефективність процесів моніторингу та прогнозування стану водних екосистем. Подальший розвиток досліджень у цьому напрямку сприятиме створенню більш досконалих інструментів для забезпечення сталого розвитку водних ресурсів та їх ефективного використання.

Список використаної літератури:

1. Kireitseva, H., Šerevičienė, V., Zamula, I., & Khrutba, V. Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. *Journal Environmental Problems*, 2024, Vol. 9, No. 1, pp. 43–50. DOI: 10.23939/ep2024.01.043.
2. Tsyhanenko-Dziubenko, I., Kireitseva, H., Demchuk, L., Vovk, V. Hydrochemical Determination of the Teteriv River and the Kamianka River Eutrophication Potential. *17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*, 2023, No. 1, pp. 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520089>.
3. Кірейцева, Г., Циганенко-Дзюбенко, І., Замула, І., Демчук, Л. Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 2024, Вип. 1(144), с. 84–91.
4. Кірейцева, Г. В., Герасимчук, О. Л., Скиба, Г. В., Хоменко, С. В., Циганенко-Дзюбенко, І. Ю. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м. Житомирі за допомогою MIR-індексу. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2024, Вип. 3(146), с. 58–65.
5. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. *16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. 2022. Vol. 2022. P.P. 1-5.
6. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Gnatuk B. Assessment of the ecological state of rural settlements by indicators of drinking water quality in the context of sustainable development. *Journal Environmental Problems*. 2024. № 9(1). P. 28-34
7. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Устименко В.І., Шацило Є.Г. Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між захворюваністю населення та якістю питної води джерел нецентралізованого водопостачання. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1 (52), Т.2. С. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.4>
8. Рибак О.С., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Пацева І.Г. Промислове очищення стічних вод болотними рослинами на даху. *Таврійський науковий вісник. серія Агрономія. Підсекція: Екологія, іхтіологія та аквакультура*. В.132. 2023. С.378-387. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.48>

*Вареникова Л.М.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Єгорова О.В.,  
к.т.н., доц., доцент кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
ok.yehorova@chdtu.edu.ua*

## **ОЦІНКА СУЧАСНОГО АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Агроекологічний стан сільськогосподарських угідь є ключовим фактором, що визначає не лише продуктивність аграрного сектора, але й екологічну стабільність регіону. Черкаська область, відзначаючись значними аграрними традиціями, займає важливе місце в сільському господарстві України. Однак, сучасні умови ведення сільського господарства, включаючи інтенсивне використання хімічних засобів, нерациональне управління природними ресурсами та зміни клімату, призводять до деградації агроecosystem [1].

Оцінка агроекологічного стану угідь Черкащини є надзвичайно актуальною, оскільки вона дозволяє виявити основні проблеми, з якими стикається регіон. Це включає в себе ерозію ґрунтів, забруднення водних ресурсів, зниження біорізноманіття та інші негативні наслідки інтенсивного землеробства. У зв'язку з цим, вивчення сучасного стану агроecosystem є необхідним для розробки ефективних заходів щодо їх відновлення та сталого розвитку.

Мета цього дослідження полягає в комплексній оцінці сучасного агроекологічного стану сільськогосподарських угідь Черкаської області, виявленні основних екологічних проблем та розробці рекомендацій для покращення агроекологічної ситуації в регіоні.

Екологічна стійкість агроландшафту визначається його здатністю протистояти змінам, викликаним різними зовнішніми факторами, зберігаючи при цьому свою структуру та функціонування в умовах змін середовища і антропогенного навантаження (зокрема, від сільськогосподарської діяльності) [2,3]. Комплексна оцінка агроекологічного стану сільськогосподарських угідь здійснюється на рівні окремих адміністративних районів, груп районів в межах природно-сільськогосподарських зон і провінцій, а також на обласному (регіональному) рівні.

Із загальної площі Черкаської області (2091,6 тис. га) сільськогосподарські землі складають 1486,9 тис. га, у тому числі сільськогосподарські угіддя 1450,8 тис. га, з них: рілля – 1271,9 тис. га, перелоги – 8,5 тис. га, багаторічні насадження – 27,4 тис. га, сіножаті – 64,8 тис. га та пасовища – 78,4 тис. га, інші сільськогосподарські землі – 36,1 тис. га.

Посівна площа сільськогосподарських культур в усіх категоріях господарств – 1225,2 тис. га, в тому числі в сільгоспідприємствах – 943,3 тис. га. В структурі посівних площ зернові культури займали 53,8% в тому числі кукурудза на зерно – 30,3%; технічні культури – 34,5%, в тому числі соняшник – 20,2%; картопля і овочі – 6,1%; кормові культури – 5,7%.

Ґрунти Черкащини є одними з найпродуктивніших в Україні, але за деякими агрохімічними показниками вони поступають ґрунтам східних та південних регіонів. Менший вміст елементів живлення та гумусу, а також підвищена кислотність компенсуються сприятливішими кліматичними умовами, зокрема в період вегетації сільськогосподарських культур.

У ґрунтового покриві області домінують типові чорноземи та чорноземи, що зазнали сильного реградованого процесу (53,7%). Темно-сірі опідзолені й реградовані ґрунти, а також опідзолені чорноземи з незначною реградацією займають 28,9%, а світло-сірі й сірі опідзолені ґрунти – 7,3%.

Нерациональне використання ґрунтів веде до виснаження їх природної родючості, що погіршує якісні характеристики ґрунтів. Основні втрати родючості зумовлені надмірною розораністю земель, посиленням ерозії, порушенням структури сівозміни, зростанням дефіциту елементів живлення та органічної речовини, що призводить до їх виснаження в ґрунті. Також спостерігається ослаблення мікробіологічної активності ґрунту, збільшення площ кислих ґрунтів, підвищення щільності ґрунту та зниження його водоутримувальної здатності. Затримка впровадження сучасних ґрунтозахисних технологій обробітку також негативно впливає на стан ґрунтів

Аналіз сучасного стану використання земельних ресурсів в області свідчить про не відповідність вимогам раціонального природокористування. Простежується чітка диспропорція в екологічно допустимому співвідношенні площ ріллі та природних кормових угідь, що негативно впливає на стійкість агроландшафту. Рівень сільськогосподарського освоєння земель перевищує екологічно прийнятні межі і протягом років залишається практично незмінним. Зокрема, в структурі сільськогосподарських угідь області 520,7 тис. га, що становить 40 % особливо цінних земель, з яких рілля займає 514,6 тис. га (43,8 %) від обстежуваної площі.

Агрохімічна оцінка якості ґрунтів характеризується фізико-хімічними властивостями з використанням показників, які визначають за результатами аналізів агрономічного обстеження цих ґрунтів. У Черкаській області налічується 4 райони, для яких було проаналізовано вміст основних поживних речовин у ґрунті, таких як фосфор, калій, азот, гумус та частка кислих ґрунтів. Майже більша частина території характеризується підвищеним вмістом фосфору (134-158 мг/кг) з невеликим ділянками із середнім вмістом фосфору (51-100 мг/кг). Кислі ґрунти займають близько 21,1% площі області, що свідчить про значну їх присутність. Середній вміст азоту в ґрунтах області становить 118,7 мг/кг, що характеризується як «дуже високий» вміст фосфору. Щодо калію, то 2/3 території області мають середній вміст, а інша частина характеризується підвищеним вмістом калію (81-120 мг/кг). Вміст гумусу не перевищує 3,83%, що вказує на низький рівень гумусу у всіх ґрунтах. Узагальнюючи, результати свідчать про наявність проблем із якістю ґрунтів у Черкаській області, зокрема щодо низького вмісту гумусу та значної частки кислих ґрунтів. Нераціональне використання земель призвело до серйозних екологічних наслідків, зокрема до деградації, яка виявляється в ерозії, техногенному забрудненні, вторинному осолонцюванні, підтопленні та зсуві ґрунтів [4].

Залежно від ступеня техногенного забруднення слід вживати відповідних заходів з підтримання або відтворення екологічної стійкості земельних ресурсів. Доцільно розділити ці заходи на три типи: профілактичні, оперативні та перспективні.

Одним із основних ресурсів і перспективним напрямом у вирішенні проблеми знаходження шляхів для відновлення та утримання на оптимальному рівні родючості ґрунтів за рахунок альтернативних способів накопичення органічної речовини в ґрунті є вирощування багаторічних бобових трав.

Важливим заходом з оптимізації та покращення умов ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур є проведення хімічної меліорації. Вапнування кислих ґрунтів є одним із типів хімічної меліорації, який передбачає внесення вапна або вапнякових матеріалів у ґрунт. При цьому реакція середовища (рН ґрунту) наближається до оптимальних значень, що сприяє доброму росту і розвитку рослин. Разом із цим покращуються важливі агрофізичні, фізико-хімічні, агрохімічні, та біологічні властивості кислих ґрунтів [5].

В останні роки в багатьох країнах все частіше застосовується біологічне очищення антропогенно-порешених територій за допомогою рослин, які не лише беруть активну участь у процесах ремедіації, а й позитивно впливають на корисну мікрофлору ґрунтів, підвищуючи ефективність відновлення навколишнього середовища. Тому перспективним і екологічно безпечним методом відновлення ґрунтів та зниження використання пестицидів є фіторемерація. Цей процес ґрунтується на здатності рослин накопичувати, деградувати, стабілізувати, трансформувати та випаровувати забруднювачі з різних природних утворень, включаючи ґрунт і воду.

Таким чином, інтенсивне сільськогосподарське використання земель призводить до зниження родючості ґрунтів через їх переущільнення, втрату структури, водопроникності та аераційної здатності, а також до забруднення ґрунтів токсичними речовинами, що викликає негативні екологічні наслідки. Сьогодні розвиток сільського господарства можливий лише за умови впровадження комплексу різноманітних заходів, які включають використання органічних зелених добрив, вирощування багаторічних бобових трав, заміну хімічних засобів захисту на біологічні, фіторемерацію та постійний агроекологічний моніторинг сільськогосподарських земель.

#### **Список використаних джерел**

1. Барвінський А.В., Тихенко Р.В. Оцінка і прогноз якості земель: підручник. К.: Медінформ, 2015. 642 с.
2. Білявський Г.О., Верестун Н.О. Агроекологічний моніторинг – основа забезпечення збалансованого розвитку агросфери Вінниччини. Серія: Сільськогосподарські науки. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2011. Випуск 8(48). С. 93-99.
3. Клименко М.О., Борисюк Б.В., Колесник Т.М. Збалансоване використання земельних ресурсів: навч. посіб. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. 552 с.
4. Лагутенко О.Т. Агроекологія: Навчальний посібник. К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2012. 206 с.
5. Шкатула Ю.М. Агроекологічне обґрунтування меліоративних заходів щодо покращення стану ґрунтів Калинівського району. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 14. С. 220-230.

*Барабан К. І.,  
аспірантка, інститут природничих наук та туризму, спеціальність 101 «Екологія»,  
Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу  
[beemveshka@gmail.com](mailto:beemveshka@gmail.com)  
Вагілевич Т. В.,  
викладач профільних дисциплін на спеціальності  
«Геодезія та землеустрій»  
Івано-Франківський фаховий коледж ЛНУП  
м. Івано-Франківськ, Україна  
[tvagilevich@gmail.com](mailto:tvagilevich@gmail.com)*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОХІМІЧНОГО СКЛАДУ СТІЧНИХ ВОД ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

Геохімічні властивості стічних вод відвалів вугільних шахт мають важливу роль для екологічного моніторингу та оцінки впливу териконів на довкілля, особливо в гірничопромислових районах. Складування відвальної породи є причиною поступового зниження якості довкілля. Це обумовлено, перш за все, вивільненням шкідливих речовин та сполук, які проникають у водоносні горизонти, ґрунт та атмосферу. Особливо актуальними залишаються питання зміни гідрологічних режимів, порушення питної води та навіть загальної наявності водних ресурсів. У контексті дослідження даної проблеми, важливим є встановлення залежності та перерозподілу важких металів між стічними водами, ґрунтом та рослинами для встановлення фітомеліораційних властивостей останніх [1].

Для встановлення рівня забруднення стічних вод було проведено забір зразків води, та направлено до лабораторії для комплексного дослідження. За результатами аналізів відібраних зразків із техногенних водойм породних відвалів вугільних шахт, встановлено, що стічні води з відвалів містять у собі велику концентрацію металів, особливо Al, Ni, Mg, Mn, Cu, Fe, Ca. У деяких точках відбору перевищення ГДК деяких елементів складає у 5-7 разів. Терикони часто містять залишки породи з високим вмістом важких металів та інших шкідливих елементів. Через дощі і поверхневі води ці речовини можуть вимиватися і проникати в ґрунтові та підземні води, забруднюючи їх. Відбувається деградація водних екосистем, евтрофікація, порушення водного балансу, що веде за собою такі соціально-економічні ризики як забруднення питної води, втрати сільськогосподарських угідь через засолення, зниження рекреаційної цінності водойм, необхідність значних витрат на очищення води та відновлення довкілля. На територіях поблизу шахт часто спостерігається замулення ґрунтів, спричинене осадженням важких металів із шахтних стоків [3].

Стічні води мають підвищену концентрацію важких металів (таких як алюміній, свинець, кадмій, мідь, нікель і цинк) та металоїдів (наприклад, арсену). Зважаючи на особливості мінерального складу порід та хімічних процесів у відвалах, основними компонентами стічних вод переважають сульфати - концентрація може сягати 500–2000 мг/л, що зумовлено окисненням піриту та інших сульфідних мінералів, які поширені у породах цього регіону, хлориди - зазвичай у межах 50–300 мг/л, але можуть зростати у районах з високим засоленням порід, натрій та калій, у середньому від 100 до 500 мг/л., кальцій досягає 500–1500 мг/л через активне розчинення карбонатів (кальциту, доломіту), магній у концентраціях 50–400 мг/л, зумовлений розчиненням магnezіальних мінералів. Загальний вміст заліза може сягати 10–50 мг/л., концентрація марганцю 0,5–5 мг/л., вміст цинку, міді, кадмію залежить від конкретного складу порід, але часто становить 0,1–0,5 мг/л для цинку та міді. Менш поширеними є нікель та хром, але можуть виявлятися у слідах (до 0,05 мг/л). особливо у кислих умовах. У вугільних шахтах досліджуваного регіону виявляються ізотопи урану та торію, хоча їх концентрація, як правило, незначна. Радіаційний фон у стічних водах рідко перевищує природний. Потрапляючи у водні системи, ці елементи становлять значний ризик для екосистем і можуть викликати інтоксикацію у рослин, тварин і навіть людей [4].

Переважаю, більшу частину (понад 70%) субстрату вугільного відвалу складає глинистий аргіліт, який є сорбентом різних хімічних елементів. Стічним водам відвалів вугільних шахт характерний низький рівень рН 3-4. Окислення сульфідних мінералів, таких як пірит, які часто присутні в териконах, викликають кислотне дренажне явище. Це призводить до значного зниження рН стічних підтериконових вод, створюючи середовище, яке розчиняє важкі метали, що забезпечує їх мобільність і здатність до розповсюдження [5].

Внаслідок хімічних реакцій також можуть утворюватися вторинні мінерали, такі як гіпс чи залізоокисні сполуки. Ці мінерали іноді складаються на поверхні водоносних горизонтів, зменшуючи їх проникнення та змінюючи гідрологічний режим. Забруднені важкими металами і токсичними елементами можуть порушити життєвий цикл організмів у прилеглих річках та водах. Часто виникає високий вміст сульфатів, хлоридів і натрію у цих водах. Варто зазначити, що підтериконові стічні води, безпосередньо

впливають та змінюють рН ґрунтів прилеглих територій, що у свою чергу має вплив на розвиток лісо- та сільськогосподарських культур [6].

Високий показник магнію, свідчить про інтенсивне вимивання мінералів з гірничих відвалів, що призводить до поступового засолення водних об'єктів. Дослідження показали, що дані субстрати характеризуються як малосприятливі для росту рослин. Однак процес самозаліснення свідчить, що за допомогою фітомеліоративних методів, при підборі стійких до даних умов рослин, які будуть виконувати функцію фітореємедіації, можна значно зменшити показники важких металів та покращити екологічну ситуації загалом [3-6].

Для нейтралізації токсичних компонентів стічних водних вугільних відвалів, можна використати один з найбільш економічно доцільний та екологічно безпечний метод – системи біоплато. Біоплато складаються з кількох рівнів органічних або неорганічних матеріалів, через які фільтруються стічні води. Вода, проходячи через ці шари, очищається за рахунок діяльності мікроорганізмів та рослин, що поглинають або перетворюють токсичні компоненти на менш шкідливі. Даний метод фільтрації та очищення стічних вод широко використовується у всьому світі. Для проектування систем біоплато потрібно враховувати едафічні, мікрокліматичні та ландшафтні чинники. Біоплато бере участь у перший час догляд за рослинами, особливо після посадки: видалення мертвих рослин, полив, підгодівля тощо, якщо це необхідно. Крім того, рослини, які застосовуються при будівництві біоплато, повинні адаптуватися до особливостей клімату місцевості, проходження сухих і вологих періодів, а також бути здатними протистояти токсичним речовинам у стічних водах: нафтопродуктам, важким металам, розчинним солям та іншим токсичним речовинам [2, 7].

Результати зібраних геохімічних досліджень стічних вод вугільних відвалів є важливим фактором з точки зору екологічної оцінки впливу вугільної промисловості на екологічну компоненту, також для створення розробки заходів та методів екологічної безпеки, систем моніторингу довкілля.

#### Література

1. Босак П. В. Фізико-хімічні властивості стічних вод з технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2018. 18. 117–124. [DOI:10.32447/20784643.18.2018.13](https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13)
2. Босак П. В., Попович В. В. Очистка стічних вод методом біоплато з териконів Нововолинського гірничопромислового району. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека об'єктів туристично-рекреаційного комплексу». м. Львів: ЛДУ БЖД. 5-6 грудня 2019. 78–79.
3. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Dudyn R. (2020). Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn coal basin. News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. 2. 440. 48-54. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>.
4. Skrobala V., Popovych V., Tyndyk O., Voloshchyshyn A. (2022). Chemical pollution peculiarities of the Nadiya mine rock dumps in the Chervonohrad Mining District, Ukraine. Mining of Mineral Deposits. 16(4). 71-79. <https://doi.org/10.33271/mining16.04.071>
5. Копій М. Л., Гончар В. М., Копій С. Л. та ін. Фітомеліоративна роль рослинного покриву у відтворенні деєастованих земель в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу : монографія. Рівне : НУВГП, 2019. 230 с.
6. Попович В. В., Волошишин А. І. Екологічні особливості формування фітомеліоративного вкриття на териконах вугільних шахт. Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України: Матер. I Всеукр. наук. конф. (м. Миколаїв, 21-22 вересня 2018 року). 2018. С. 86-87.
7. Попович В. В., Волошишин А. І. Забруднення водного басейну внаслідок гірничовидобувної діяльності як чинник зниження регіональної екологічної безпеки. Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України: Матер. II Всеукр.наук. конф. (м. Миколаїв, 18-19 вересня 2020 року). 2020. С. 134-135.

*Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”,  
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій,  
асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «Eco Youth»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
Науковий керівник: Кірейцева Г.В.,  
Доцент, кандидат економічних наук докторант,  
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
ke\_miyu@ztu.edu.ua*

## **ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ МАРКЕРИ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН ДО ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ СТРЕСОРІВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ**

Актуальність. В умовах сучасних бойових дій навколишнє середовище зазнає значного негативного впливу через вивільнення різноманітних хімічних сполук, що утворюються внаслідок детонації боеприпасів, руйнування військової техніки та інфраструктури. Особливо вразливими є водні екосистеми, де макрофіти відіграють ключову роль у підтримці екологічного балансу. Дослідження фізіологічних та біохімічних механізмів стійкості водних рослин до дії хімічних стресорів є критично важливим для розробки методів біоіндикації та відновлення постраждалих екосистем.

Дослідження впливу хімічних стресорів військового походження на водні екосистеми та, зокрема, на макрофіти, привертає значну увагу міжнародної наукової спільноти. Аналіз сучасних публікацій дозволяє виділити кілька ключових напрямків досліджень.

Група американських дослідників під керівництвом Dr. Sarah Thompson (2021) з Університету Каліфорнії провела комплексне дослідження біохімічних реакцій макрофітів на дію важких металів, що потрапляють у водойми внаслідок військових дій. Вони виявили, що *Ceratophyllum demersum* демонструє підвищену активність глутатіон-S-трансферази та синтез фітохелатинів при забрудненні води свинцем та кадмієм. Ці механізми забезпечують ефективну детоксикацію важких металів та підвищують виживаність рослин.

Команда британських вчених з Університету Манчестера (Wilson et al., 2023) зосередила увагу на вивченні оксидативного стресу у макрофітів. Їхні дослідження показали, що активність антиоксидантних ферментів, особливо супероксиддисмутази та каталази, може слугувати надійним маркером впливу вибухових речовин на водні рослини. Вони також розробили методіку кількісної оцінки стресового стану рослин на основі комплексу біохімічних показників.

Дослідники з Нідерландів (Van der Meer et al., 2022) вивчали морфологічні адаптації *Potamogeton pectinatus* до дії хімічних стресорів. Вони виявили, що рослини змінюють архітектуру кореневої системи та листкового апарату у відповідь на забруднення, що дозволяє їм краще виживати в несприятливих умовах. Особливу увагу було приділено змінам у структурі аеренхіми та розвитку додаткових захисних тканин.

Австралійські науковці (Brown & Anderson, 2023) дослідили фізіологічні механізми поглинання та транспорту токсичних речовин у тканинах *Myriophyllum spicatum*. Вони встановили наявність специфічних транспортних білків, що забезпечують компартменталізацію токсикантів у вакуолях, захищаючи метаболічно активні частини клітин.

Значний прорив у розумінні механізмів стійкості макрофітів здійснила група данських вчених (Jensen et al., 2023), які провели транскриптомний аналіз *Lemna minor* під впливом різних хімічних стресорів. Вони ідентифікували гени, що активуються у відповідь на стрес, та описали регуляторні механізми їх експресії. Особливу увагу привернули гени, що кодуєть білки теплового шоку та металотіонеїни.

Екологічні дослідження та біомоніторинг

Група іспанських екологів (García et al., 2022) розробила комплексну систему біомоніторингу водойм з використанням макрофітів як біоіндикаторів. Їхній підхід базується на оцінці комплексу показників, включаючи видове різноманіття, морфологічні параметри та біохімічні маркери. Система успішно застосовується для оцінки стану водойм у постконфліктних зонах.

Канадські дослідники (Mitchell & Adams, 2023) вивчали довгострокові наслідки військових забруднень для водних екосистем. Вони встановили, що деякі види макрофітів можуть адаптуватися до постійної присутності токсикантів, формуючи стійкі популяції. Це відкриває перспективи для використання таких видів у фітореMediaції.

Швейцарські вчені (Müller et al., 2023) розробили інноваційні методи фітореMediaції з використанням генетично модифікованих макрофітів, що мають підвищену здатність до акумуляції важких металів. Їхні дослідження показали можливість значного прискорення процесів очищення забруднених водойм.

Італійські дослідники (Bianchi et al., 2023) створили математичні моделі, що дозволяють прогнозувати динаміку відновлення водних екосистем на основі моніторингу стану макрофітів. Їхні моделі враховують як фізіолого-біохімічні параметри рослин, так і гідрологічні характеристики водойм. Дослідження впливу військових дій на водні екосистеми активно проводяться науковцями різних країн. Група американських вчених на чолі з Dr. Sarah Thompson (2021) встановила, що концентрації важких металів у тканинах макрофітів можуть слугувати надійними індикаторами забруднення водойм внаслідок бойових дій.

Європейські дослідники під керівництвом Prof. Hans Schmidt (2022) виявили специфічні біохімічні маркери стресу у *Potamogeton pectinatus* та *Myriophyllum spicatum* при дії вибухових речовин. Їхні дослідження показали підвищення активності антиоксидантних ферментів та накопичення проліну як захисного механізму.

Команда британських науковців (Wilson et al., 2023) розробила комплексну систему біомоніторингу з використанням макрофітів для оцінки екологічного стану водойм у постконфліктних зонах.

Мета дослідження: встановлення ключових фізіологічних та біохімічних параметрів макрофітів, що можуть слугувати індикаторами впливу хімічних стресорів, спричинених бойовими діями, та визначення механізмів стійкості водних рослин до таких впливів.

Об'єкт дослідження: фізіолого-біохімічні реакції макрофітів на дію хімічних стресорів військового походження.

Результати дослідження мають вагомим практичне значення для:

1. Розробки ефективних методів біоіндикації забруднення водойм у зонах бойових дій
2. Створення протоколів оцінки екологічного стану водних об'єктів
3. Розробки методів фітореMediaції забруднених водойм
4. Прогнозування відновлення водних екосистем після припинення бойових дій

Висновки:

1. Встановлено, що активність антиоксидантних ферментів (каталази, пероксидази, супероксиддисмутази) у макрофітах достовірно корелює з рівнем хімічного забруднення водойм.
2. Виявлено специфічні метаболічні маркери стресу, що можуть слугувати ранніми індикаторами впливу хімічних стресорів військового походження.
3. Визначено видоспецифічні особливості стійкості різних видів макрофітів до дії хімічних стресорів.
4. Розроблено методичні рекомендації щодо використання макрофітів у системі біомоніторингу водойм у зонах бойових дій.

Перспективи розвитку дослідження:

1. Розширення спектру досліджуваних видів макрофітів для створення комплексної системи біоіндикації.
2. Вивчення молекулярно-генетичних механізмів адаптації макрофітів до дії хімічних стресорів.
3. Розробка інноваційних методів фітореMediaції з використанням стійких видів макрофітів.
4. Створення математичних моделей прогнозування відновлення водних екосистем на основі фізіолого-біохімічних показників макрофітів.
5. Інтеграція отриманих даних у міжнародні системи екологічного моніторингу постконфліктних територій.

Список використаних джерел:

1. Tsyhanenko-Dziubenko I., Šerevičienė V., Ustylenko V. Dissecting biochemical mechanisms that mediate tolerance to military chemical stressors in diverse malacological systems. *Environmental problems*. 2024. Vol. 9 Num.1. PP. 51-58
2. Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Кірейцева Г.В., Демчук Л.І., Скиба Г.В., Вовк В.М. Оцінка стану та фітореMediaційного потенціалу антропогенно трансформованих гідроекосистем Малинщини. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 5 (50). С. 81-87.
3. Циганенко-Дзюбенко І., Кірейцева Г. Фізіолого-біохімічні механізми стійкості *Planorbarius corneus* L. до впливу хімічних стресорів війни. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування»*. 2023. № 4. С. 18-25.
2. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. Vol. 2022. P.P. 1-5.
3. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Gnatuk B. Assessment of the ecological state of rural settlements by indicators of drinking water quality in the context of sustainable development. *Journal Environmental Problems*. 2024. № 9(1). P. 28-34
4. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Устименко В.І., Шацило Є.Г. Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між захворюваністю населення та якістю питної води джерел нецентралізованого водопостачання. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1 (52), Т.2. С. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.4>



Ліщенко Д. Ю.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»,  
Науковий керівник: Твердохліб М. М.,  
к.т.н., старший викладач кафедри екології та технології рослинних полімерів,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
m.tverdokhlib@kpi.ua

## ПРИСУТНІСТЬ СПЛУК ФЕРУМУ ТА МАНГАНУ У ВОДІ: ЗАГОЗА ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ТА ДОВКІЛЛЯ

Якість питної води є одним з найважливіших показників рівня життя та здоров'я населення. На жаль, у багатьох регіонах світу, в тому числі й в Україні, спостерігається забруднення водних ресурсів різноманітними речовинами, серед яких особливе місце займають сполуки феруму та мангану. Ці метали є природними компонентами земної кори і можуть потрапляти у воду внаслідок природних процесів вивітрювання гірських порід та антропогенного впливу. Накопичення феруму та мангану у воді призводить до погіршення її органолептичних властивостей, таких як смак, колір, запах, а також може негативно впливати на здоров'я людини та стан довкілля.

Проблема забруднення води сполуками феруму та мангану є надзвичайно актуальною з кількох причин. По-перше, ці метали широко поширені в природі і їхнє потрапляння у воду є досить поширеним явищем. По-друге, ферум та манган можуть утворювати різноманітні сполуки, які мають різний ступінь токсичності та можуть негативно впливати на здоров'я людини. По-третє, підвищений вміст феруму та мангану у воді призводить до корозії металевих труб та обладнання, що використовується для водопостачання.

Манган (Mn) і Ферум (Fe) є життєво важливими мікроелементами для здоров'я людини. Наприклад, відповідний рівень мангану є необхідним для нормального функціонування мозку і служить важливим компонентом металопротеїнів, таких як супероксиддисмутаза, мітохондріальні ферменти та глутамінсинтетаза. Достатній рівень феруму необхідний для різних метаболічних процесів, включаючи транспорт кисню та електронів, а також синтез дезоксирибонуклеїнової кислоти. Однак тривале споживання підвищених рівнів цих металів може бути нейротоксичним для дорослих і дітей. Тому, нормативи щодо допустимого вмісту цих металів у питній воді досить суворі: для феруму не перевищує  $0,2 \text{ мг/дм}^3$ , для мангану не перевищує  $0,05 \text{ мг/дм}^3$ .

Численні наукові дослідження підтверджують негативний вплив феруму та мангану на здоров'я людини. Так, надмірне споживання води, забрудненої цими металами, може призводити до розвитку таких захворювань, як анемія, цироз печінки, захворювання нервової системи. Крім того, залізо та марганець можуть сприяти розвитку бактеріальних інфекцій, оскільки створюють сприятливі умови для їх розмноження.

Щодо впливу сполук феруму та мангану на довкілля, то ці метали можуть накопичуватися в донних відкладах водойм, негативно впливати на водні екосистеми, знижуючи біорізноманіття. Крім того, ферум та манган можуть брати участь у процесах евтрофікації водойм, що призводить до їх «цвітіння» і загибелі водних організмів.

Для очищення води від сполук феруму та мангану існує ряд методів, які обираються залежно від конкретних умов. Найбільш поширеними методами є:

**Аерація:** цей метод полягає у насиченні води киснем, що призводить до окиснення феруму та мангану і їх подальшого видалення шляхом фільтрування. Технологія аерації відносно проста і не вимагає складного обладнання, до того ж цей метод є екологічно чистим, оскільки не використовує хімічних реагентів.

**Фільтрування:** для видалення окислених сполук феруму та мангану використовують різноманітні фільтри, такі як пісочні, вугільні, мембранні. Перспективним напрямком у очищенні води від феруму та мангану є використання фільтрів зі спеціальним, модифікованим завантаженням.

**Іонний обмін:** цей метод дозволяє видаляти іони феруму та мангану шляхом обміну їх на інші іони. За допомогою іонного обміну можна видаляти навіть незначні концентрації феруму та мангану. При цьому іонообмінні матеріали можуть бути підібрані таким чином, щоб селективно видаляти саме іони феруму та мангану.

Забруднення води сполуками феруму та мангану є серйозною проблемою, яка потребує ґрунтовного вирішення. Для забезпечення населення якісною питною водою необхідно проводити регулярний моніторинг якості води, розробляти та впроваджувати ефективні методи очищення води від феруму та мангану, а також проводити інформаційно-роз'яснювальну роботу серед населення щодо важливості споживання безпечної питної води.

*Лотарева Д.В.,  
здобувачка вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 015 «Професійна освіта (Аграрне виробництво,  
переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології)»  
Науковий керівник: Курепін В.Н.,  
канд.екон.наук, доцент, доцент кафедри методики професійного навчання,  
Миколаївський національний аграрний університет  
kypins@ukr.net*

## **ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ В УКРАЇНІ: ІНДЕТИФІКАЦІЯ НЕВИЗНАЧЕНИХ ТЕРИТОРІЙ, ПРІОРИТЕТИ**

Одна із проблем України, це розмінування її територій. Вирішення такої проблеми потребує десятки років та залучення висококласних фахівців. Українці зіткнулися із викликами масштабу, яких ще не бачив світ: складна демографічна та економічна ситуація, термінове відновлення енергосистеми; розмінування української землі. Вже зараз на деокупованих територіях та місцях, де велися бойові дії, сапери щодня знищують російські міни та боеприпаси, які не розірвалися.

Україні, яка в своїй історії не стикалася з такою масштабною проблемою потрібен єдиний стандарт для розмінування, кращий світовий досвід для підготовки операторів гуманітарного розмінування. Це для нас фактично новий напрямок [1]. Важливо, щоб ми знайшли розуміння між усіма ключовими гравцями з цієї проблеми.

За оцінками місцевих органів виконавчої влади України майже половина території нашої країни вкрита мінами. За статистикою Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) знадобиться понад 10 років для розмінування лише сухопутної території нашої держави. Деякі фахівці дають прогноз на розмінування на 30 років. Ні хто не може дати точних прогнозів та конкретних цифр, тому що зараз у нас тривають активні бойові дії. Це викликає занепокоєння.

Питання гуманітарного розмінування в Україні має постійно перебувати у списку європейських пріоритетів [2]. Ми вже, у питаннях розмінування наших територій, заручилися підтримкою більш ніж 40 країн. У нас є міжнародні компанії, які перебувають під егідою ООН, і вже займаються гуманітарним розмінуванням. Проте ці зусилля необхідно підтримувати структурно та системно.

З початку повномасштабного вторгнення Національна поліція та ДСНС вже вилучили близько семисот тисяч снарядів та вибухонебезпечних предметів. Є потреба у розмінуванні територіальних громад не менше як 10 областей країни, залишаються забрудненими вибухонебезпечними предметами близько 30% усієї території України. Гуманітарне розмінування, це перший етап відновлення деокупованих територій. Саме про вирішення цієї проблеми говорять експерти гуманітарної протимінної діяльності.

Проблеми, з якими Україна вже зіштовхнулася необхідно обговорювати, як на національних, так і на міжнародних форумах та зібраннях. Безцінний для нас досвід країн, які вже долають подібні проблему. Форуми, присвячені гуманітарному розмінуванню та іншим екологічним проблемам, спричиненим війною треба проводити на різних рівнях та платформах міжнародної спільноти. У фокусі таких зібрань - увага проблеми екоциду. Ми прагнемо привернути увагу міжнародної спільноти. Зокрема Організації Об'єднаних Націй, ЮНЕСКО та інших.

Сьогодні вагому підтримку у розмінуванні надають професіонали сфери безпеки гуманітарних організацій, міжнародних партнерів України, навчальні центри України, які мають практичний досвід розмінування. Вони своєю діяльністю вирішують нагальні проблеми відновлення безпеки життєдіяльності [3], захисту об'єктів критичної інфраструктури, енергетики та промисловості, прискорення процесів розмінування деокупованих територій.

Спілкування, обмін досвідом, панельні дискусії з закордонними колегами з питань безпеки та гуманітарного розмінування відкриває для вітчизняних фахівців можливість ознайомлення з сучасними технологіями та рішеннями протимінної діяльності; сучасними технічними засобами та обладнанням для безпеки, протипожежного та техногенного захисту. Головне завдання гуманітарного розмінування полягає в ідентифікації безпечних територій, проведення технічного обстеження територій України від вибухонебезпечних предметів. Задля безпеки українців, які проживають на невизначених територіях нам потрібно розуміти де точно є загроза, а де її немає [4].

Розмінування небезпечних територій - головне завдання, як державних органів виконавчої влади, так і місцевих органів влади. Для цього потрібна ідентифікація безпечних територій. Зрозуміло, ми маємо проблему, у нас точно загроза для населення, туди не можна повертати життя одразу без проведення складних та довгих маніпуляцій та технічного обстеження невизначених територій. Розуміння ідентифікації безпечності чи небезпечності ділянок для життєдіяльності населення відбувається постійно, це головне завдання. Безпечне замаркування й надалі буде вірним пріоритетом.

За висновками компетентних фахівців, обсяг забруднення українських земель вибухонебезпечними предметами є надзвичайно високим. Але обсяги необхідного обладнання, кількості саперів, техніки для проведення відповідних робіт не відповідає показнику безпеки.

Урядом України для координації процесів гуманітарного розмінування її територій створено Центр гуманітарного розмінування, який збирає та аналізує інформацію; здійснює стратегічне планування та координацію процесу, міжнародне співробітництво у галузі гуманітарного розмінування. Уряд розробив та впроваджує Національну стратегію протимінної діяльності та деталізовану Національну програму. Важливо виділити території, які можна повернути в експлуатацію якнайшвидше, обстежити їх і при необхідності очистити [5].

На розмінування щільно та складно замінованих територій необхідні величезні ресурси. На виконання амбіцій українського уряду (розмінування за 10-12 років) щодо розмінування найбільш замінованих територій необхідно створення нових великих технічних активів, роботизованих пристроїв та набір близько 10 000 чоловіків і жінок. Зауважимо, це вимагатиме від уряду, приватних бізнесменів та філантропів у всьому світі інвестицій у мільйони протягом багатьох років.

Отже, не варто чекати на закінчення війни, слід реагує вже зараз. До вторгнення Україна була відома як житниця Європи, вона входила до п'ятірки найбільших у світі експортерів сільськогосподарської продукції рослинництва. Але змінився сам ландшафт, наземні міни і боєприпаси, що не розірвалися стали перешкоджати сільськогосподарському виробництву, регіональній та глобальній продовольчій безпеки, як України, і не тільки. Розмінування неймовірно кропітка робота, воно є не лише гуманітарною необхідністю, воно життєво важливе для довгострокового сталого відновлення України та її економіки.

#### Список використаної літератури

1. Іваненко В. С., Курепін В. М. Реалізація заходів цивільного захисту у реформах місцевого самоврядування // Екологічні та соціальні аспекти розвитку економіки в умовах євроінтеграції : матеріали Х всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 25-27 жовтня 2023 року). Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 265-268. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15758>.

2. Іваненко В. С., Курепін В. М. Наближення національного законодавства до міжнародних норм з питань безпеки праці // OSHAgrо – 2023: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 3 жовтня 2023 р.). Київ : НУБіП України, 2023. С. 66-69. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15934>.

3. Дідняк А. В. Міжнародний досвід визначення територій, що потребують підтримки регіонального розвитку // Інформаційно-психологічна та техногенна безпека: історичні аспекти, особливості захисту суспільства та особистості : тези доповідей за результатами тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 9 грудня 2022 р. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 15-18. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12065>.

4. Пранович К. О. Охорона земель, інженерно-технічні заходи цивільного захисту та благоустрій територій об'єднаних громад // Інформаційно-психологічна та техногенна безпека: історичні аспекти, особливості захисту суспільства та особистості : тези доповідей за результатами тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 9 грудня 2022 р. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 43-46. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12080>.

5. Курепін В. М., Бацуровська І. В. Еколого-економічний баланс на Кінбурні: обставини заповідної території довоєнного, воєнного та поствоєнного часу (in English). Modern Economics. 2023. № 42(2023). С. 62-69. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V42\(2023\)-09](https://doi.org/10.31521/modecon.V42(2023)-09).

Луцик Є.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Хоменко О.М.,  
к.х.н., доц., завідувач кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
o.khomenko@chdtu.edu.ua

## ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ПИТНОЇ ВОДИ НА ВМІСТ НІТРАТІВ

Нітрати постійно надходять до організму людини та при незначних концентраціях не завдають шкоди стану здоров'я. Здебільшого вони потрапляють до організму людини з продуктами харчування та питною водою. Проте перевищення нітратних навантажень на організм людини може негативно вплинути на стан здоров'я. З метою контролю вмісту нітратів у питній воді встановлено їх гранично - допустиму концентрацію (ГДК), що становить не більше 50 мг/дм<sup>3</sup> відповідно до вимог державних санітарних правил і норм. В країнах Європейського Союзу ця норма становить не більше 45 мг/дм<sup>3</sup>. Допустима добова доза нітратів для дорослої людини встановлена на рівні 5 мг/кг/добу, а для дітей раннього віку - 2,5 мг/кг/добу. До основних джерел забруднення води нітратами відносять органічні речовини, кислотні дощі, стічні води та надмірне використання добрив. Головним джерелом забруднення води нітратами в Україні залишається сільське господарство, зокрема недотримання технологій внесення добрив в орні землі, що призводить до їх накопичення.

Особливістю сільської місцевості України є використання колодязів у якості джерела питної води, що поповнюються завдяки підземним водам. Слід відзначити, що майже на половині території України рівень нітратів у воді колодязів є підвищений, а в деяких районах Прикарпаття спостерігаються перевищення концентрації нітратів у колодязній воді від 55 до 100 мг/дм<sup>3</sup>. В Черкаській області дані показники досягають від 180 до 5600 мг/дм<sup>3</sup>. Такий підвищений рівень вмісту нітратів у воді є токсичним не лише для дітей, а й для дорослої людини. На рисунку наведено карту вмісту нітратів у колодязній воді на території України.

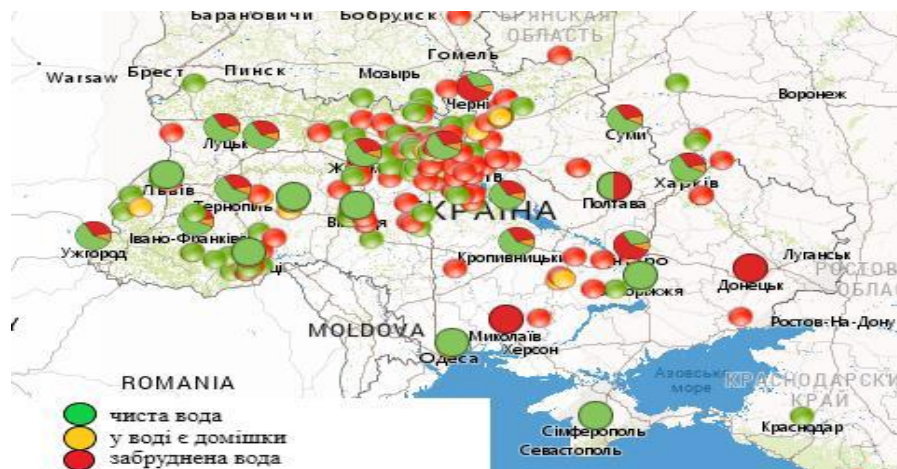


Рисунок - Вміст нітратів у колодязній воді на території України

Для водопровідної води також спостерігається перевищення ГДК по нітратам, що в першу чергу обумовлено скидом забруднених стічних вод через недосконалість та застарілість очисних споруд і технологій очищення.

Слід зазначити, що в регіонах України, де внаслідок російської агресії пошкоджено централізовані джерела водопостачання, люди вимушені використовувати децентралізовані джерела, зокрема криниці, вода в яких може бути забруднена нітратами з перевищенням нормативів. Ситуація ускладнюється тим, що на даних територіях не існує альтернативного джерела водопостачання і немає можливості визначення концентрації нітратів.

Максимів В.В.,  
 здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
 спеціальності 102 «Хімія»  
 Науковий керівник: Микитин І.М.,  
 к.т.н., доц., доцент кафедри хімії  
 Науковий консультант: Прокіпчук І.В.,  
 провідний фахівець навчальної лабораторії кафедри хімії  
 Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
[volodymyr.maksymiv.22@pnu.edu.ua](mailto:volodymyr.maksymiv.22@pnu.edu.ua)

### ОЦІНКА СОЛЬОВОГО СКЛАДУ ТЕХНІЧНИХ ВОДОЙМ ПОБЛИЗУ МІСТА КАЛУШ

На заході України розташовані рідкісні родовища калійно-магнієвих солей які активно експлуатувалися [1]. Одним з них є Калуш-Голинське родовище розташоване поблизу міста Калуш Івано-Франківської області. У 1968 році у місті заснували Калуський хіміко-металургійний комбінат (КХМК), який з часом розширили до концерну «Хлорвініл», а в 90-тих рр. реорганізували у ВАТ «Оріана». Серед іншого він займався видобутком калійних та магнієвих солей. Відходи соляних розсолів та порода при переробці руди зберігалися в хвостосховищах та шламонакопичувачах. Саме так утворився шламонакопичувач №3, який зараз є великою солоною водоймою, розташованою на території промзони Калуша. На початку 2000-х рр. виробництво припинило діяльність, а солоні технічні водойми були залишені без обслуговування.

Наразі озеро активно використовується калушанами і гостями міста для відпочинку та купання, а отже є сильний суспільний інтерес до того наскільки вода у Сенівському озері безпечна для людей і чи можна використовувати цю водойму в рекреаційних цілях.



Рис. 1. Місця відбору води і фото авторів (05.05.2024 р.)

Табл. 1. Результати аналізу загальних фізико-хімічних показників технічних водойм

Найменування показників	Шламонакопичувач №3	Хвостосховище №2
Водневий показник	7,42	7,36
Густина води	1,088 г/см <sup>3</sup>	1,050 г/см <sup>3</sup>
Мінералізація	123 г/л	82 г/л
Загальна твердість води	0,386 моль/л	0,469 моль/л

Відбір проб води (рис. 1) проводився 5 травня 2024 року з шламонакопичувача №3 та хвостосховища №2. Основними аніонами є хлориди та сульфати, у шламонакопичувачі 35,50 г/л і 9,48 г/л, а в хвостосховищі 38,84 г/л і 5,73 г/л, відповідно. Високий вміст хлоридів та сульфатів у шламонакопичувачі пояснюється вимиванням солей з відходів руди на штучному пагорбі південніше озера (рис. 1). Потік, що тече по солі впадає в озеро і зумовлює велику кількість хлоридів і сульфатів калію й натрію у воді. Хвостосховище є менш солоне, адже воно є вище озера і відділене р. Кропивник. Основними катіонами є натрій, калій. Вміст іонів кальцію 0,8 г/л і магнію 8,78 г/л у шламонакопичувачі, а в хвостосховищі – 0,96 г/л і 1,07 г/л, відповідно, що на порядок нижче. Якісні реакції на виявлення важких металів у воді не показали їх вмісту. Проте, Хвостосховище №2 містить помітні кількості заліза. Вода ж у Шламонакопичувачі №3 (Сенівському озері) співставна по властивостях з іншими солоними озерами й не несе небезпеки при купанні не на глибині за умови наступного ополіскування прісною водою.

#### Список використаної літератури

1. Sapuzhak I. Y. Stebnyk deposit on potassium salts: The history on mining, disasters, seismic research and the future. Fourth EAGE Workshop on Assessment of Landslide Hazards and Impact on Communities, 2023. P. 1–5.

*Мартем'янова А.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Єгорова О.В.,  
к.т.н., доц., доцент кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
ok.yehorova@chdtu.edu.ua*

## **АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР (*HELIANTHUS ANNUUS L.*) В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ**

В аграрному виробництві України рослинництво є однією з головних галузей, на яку і супутню їй галузь кормовиробництво припадає близько 93 % орних земель країни, до 30 % з яких відведено під кормові культури. У рослинництві 40-50 % становить побічна продукція – солома хлібів, стебла кукурудзи й сорго, жом, патока та інші, які через кормовиробництво використовуються у тваринництві. Тому гармонійне поєднання рослинництва, тваринництва і кормовиробництва – необхідна умова успішного функціонування всього аграрного комплексу країни. Ґрунтово-кліматичні умови України досить різноманітні по зонах через неоднакові ґрунтові покриви, кількість опадів і тепла, тривалість вегетаційного періоду, умови перезимівлі, що свідчить про необхідність враховувати екологічні та біологічні особливості сільськогосподарських культур при їх розміщенні в системі землекористування.

У сучасних умовах глобальних змін клімату та зростаючого попиту на сільськогосподарську продукцію, олійні культури, зокрема соняшник (*Helianthus annuus L.*), відіграють ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та економічного розвитку аграрного сектора. В Україні соняшник став однією з основних олійних культур, що визначає не лише сільськогосподарську продуктивність, але й економічну стабільність регіонів [1,2].

Центральна Україна, завдяки своїм сприятливим агрокліматичним умовам, має потенціал для вирощування високоякісного соняшнику. Проте, для досягнення оптимальної продуктивності необхідно враховувати агробіологічні аспекти, які впливають на ріст, розвиток та урожайність цієї культури. Дослідження впливу ґрунтових, кліматичних та агрономічних факторів на продуктивність соняшнику є важливим для оптимізації агротехнічних заходів і забезпечення стабільних урожаїв [3,4].

Метою роботи був аналіз агробіологічних основ формування продуктивності соняшнику в умовах Центральної України, а також вивчення найбільш ефективних практик вирощування, які можуть сприяти підвищенню урожайності та покращенню якості насіння.

Генетичні чинники відіграють ключову роль у формуванні продуктивності олійних культур. Вибір сортів і гібридів, що мають високу генетичну спроможність, є критично важливим для досягнення високих врожаїв. Сучасні методи селекції дозволяють отримувати культури, стійкі до хвороб, шкідників та стресових умов навколишнього середовища. Наприклад, гібриди соняшнику, створені з використанням молекулярно-генетичних технологій, демонструють вищу стійкість і продуктивність у порівнянні з традиційними сортами.

Агрономічні практики, такі як вибір попередників, обробіток ґрунту, норми внесення добрив і система зрошення, також суттєво впливають на продуктивність олійних культур. Правильний вибір попередників дозволяє зменшити захворюваність рослин і поліпшити фізичні властивості ґрунту. Наприклад, після бобових культур, які збагачують ґрунт азотом, олійні культури можуть демонструвати кращі результати.

Важливим аспектом агробіологічних основ є екологічна безпека агровиробництва. Використання пестицидів, якщо їх застосовують без контролю, може призвести до забруднення ґрунту та води, негативно впливаючи на екосистему.

Агробіологічні основи формування продуктивності олійних культур є складним комплексом факторів, що включає генетичні, агрономічні, кліматичні, живильні та екологічні аспекти. Інтеграція сучасних технологій та екологічно безпечних практик є запорукою забезпечення стабільних і високих урожаїв олійних культур, що, в свою чергу, сприяє продовольчій безпеці та економічному розвитку аграрного сектору.

Для дослідження врожайності та олійності зерен гібридів соняшнику було проведено ряд експериментальних досліджень, зокрема, встановлено вплив агрометеорологічних умов на формування врожаю соняшнику, визначено основні фізико-хімічні показники ґрунту досліджуваної ділянки та урожайність олійних культур залежно від передпосівної обробки насіння регуляторами росту рослин. Для дослідження обрали два сорти соняшнику – «Ґрут» та «Хайсан 180 IT», які відзначаються високою врожайністю і стійкістю до хвороб. Урожайність оцінювалася після збору врожаю, коли зважували насіння з кожної ділянки. Крім того, проводили аналіз фізико-хімічних показників насіння, таких як вміст олії і білка.

Підготовка ґрунту проводилася за звичайними агротехнічними методами. Сівбу здійснювали машинним способом на рекомендовану глибину. Протягом вегетаційного періоду регулярно спостерігали за рослинами, боролися зі шкідниками та хворобами, а також вносили добрива. Зібрані дані аналізувалися за допомогою програмного забезпечення, щоб визначити, чи є значущі різниці між групами. Результати дослідження представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Морфологічний аналіз і структура врожаю гібридів соняшнику

Показник	Гібрид соняшнику	
	«Грут»	«Хайсан 180 IT»
Висота рослини, см	168	163 ± 5,4
Діаметр стебла, мм	20 ± 0,4	19 ± 0,3
Діаметр кошика, см	18,3 ± 0,4	17,6 ± 0,4
Площа листової поверхні, см <sup>2</sup>	295 ± 7,9	293 ± 8,4
Маса насіння з 1 кошика, г	55,8 ± 2,3	50,5 ± 2,6
Олійність, %	53,984 ± 0,8	47,216 ± 0,8

Гібрид «Грут» продемонстрував вищу висоту (168 см) в порівнянні з «Хайсан 180 IT» (163 см). Вища рослина має перевагу в доступі до світла, що може сприяти кращому фотосинтезу і, в результаті, підвищенню загальної продуктивності. Це особливо важливо в умовах змагання з іншими рослинами, де конкуренція за світло є критично важливою.

Діаметр стебла у «Грут» становить 20 ± 0,4 мм, що перевищує діаметр стебла «Хайсан 180 IT» (19 ± 0,3 мм). Більш потужне стебло не тільки забезпечує кращу стійкість рослини до вітрових навантажень, але й підвищує її здатність утримувати великий урожай. Це особливо актуально в регіонах, де сильні вітри можуть призвести до механічних пошкоджень рослин.

Діаметр кошика у «Грут» (18,3 ± 0,4 см) також більший, ніж у «Хайсан 180 IT» (17,6 ± 0,4 см). Більший кошик зазвичай асоціюється з більшою кількістю насіння, що може призвести до підвищення загальної урожайності. Це є критично важливим аспектом для агрономів, які прагнуть максимізувати вихід продукції.

Щодо площі листової поверхні, обидва гібриди демонструють схожі показники: 295 ± 7,9 см<sup>2</sup> у «Грут» і 293 ± 8,4 см<sup>2</sup> у «Хайсан 180 IT». Хоча різниця є незначною, більша площа листової поверхні в «Грут» може сприяти кращому поглинанню сонячної енергії та фотосинтетичному процесу. Це може стати вирішальним фактором під час періодів стресу, таких як посуха або нестача поживних речовин.

Маса насіння з одного кошика у «Грут» (55,8 ± 2,3 г) суттєво перевищує показник «Хайсан 180 IT» (50,5 ± 2,6 г). Це може свідчити про вищу продуктивність і кращу генетичну реалізацію потенціалу рослини. Вища маса насіння є показником якості продукції, що робить гібрид «Грут» більш привабливим для комерційного вирощування.

Нарешті, олійність – найзначніша різниця між гібридами: «Грут» має 53,984 ± 0,8%, тоді як «Хайсан 180 IT» – 47,216 ± 0,8%. Вища олійність свідчить про кращу економічну вигоду від вирощування «Грут», оскільки олія є основним продуктом соняшнику. Це є критично важливим фактором для агрономів, оскільки економічна вигода залежить від якості продукції.

Загалом, гібрид «Грут» продемонстрував кращі показники за більшістю критеріїв, включаючи висоту рослини, діаметр стебла, масу насіння та олійність. Це робить його перспективним варіантом для вирощування в умовах Центральної України. Дослідження подальших аспектів агрономії та оптимізації вирощування можуть сприяти максимізації врожайності та якості соняшнику.

#### Список використаних джерел

1. Продовольча безпека: світові тенденції та можливості агропродовольчого комплексу України: монографія. За ред. Л.В. Шинкарук. Київ, 2022. 232с.
2. Каїра Л. Г. Ризики та загрози формування продовольчої безпеки. Проблеми формування продовольчих систем : матеріали круглого столу. Київ: НУХТ, 2021. С. 25-28.
3. Мельник А. В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах Північно- Східного Лісостепу України. Університетська книга. Суми. 2018. С. 56-70
4. Ткаліч І.Д., Гирка А.Д., Бочевар О.В., Ткаліч Ю.І. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшника в умовах степу України. Зернові культури. 2018. Т.2. №1. С. 44-52.

*Матат В.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Єгорова О.В.,  
к.т.н., доц., доцент кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
ok.yehorova@chdtu.edu.ua*

## **ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПЕСТИЦИДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ**

У сучасному аграрному виробництві пестициди стали невід'ємною частиною технології вирощування сільськогосподарських культур. Вони використовуються для захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів, що, безсумнівно, сприяє підвищенню урожайності та економічної вигоди. Однак, зростаюча залежність від хімічних засобів захисту рослин викликає серйозні занепокоєння щодо екологічних ризиків, пов'язаних із забрудненням продуктів харчування.

Пестициди можуть накопичуватися в ґрунті, воді та рослинності, що в свою чергу негативно впливає на екосистеми і здоров'я людини. Висока концентрація залишків пестицидів у харчових продуктах становить загрозу для споживачів, оскільки ці речовини можуть викликати різноманітні захворювання, включаючи ендокринні розлади, алергії та навіть рак. З огляду на це, важливо дослідити не лише ступінь забруднення, а й шляхи зменшення екологічних ризиків, пов'язаних з використанням пестицидів у сільському господарстві. У рамках даної роботи було розглянуто актуальність проблеми пестицидного забруднення продуктів харчування, його екологічні наслідки, а також можливі шляхи для забезпечення безпечного агровиробництва, яке відповідає вимогам сучасного суспільства.

Після імплементації європейського законодавства в Україні, відповідальність за безпеку харчових продуктів повністю покладається на виробника. Введена на підприємствах система контролю і якості НАССР (аналіз небезпечних чинників та контроль у критичних точках) зобов'язує операторів ринку контролювати виробничі та допоміжні процеси. Сьогодні держава вимагає від виробників грамотно організувати всі технологічні і допоміжні процеси.

Дослідження вмісту нітратів проводили в рослинницькій продукції, що реалізується в торговій мережі м. Черкаси. Об'єктом досліджень була осіння продукція, вирощена в умовах відкритого ґрунту. Продукти рослинного походження піддавалися органолептичним і лабораторним дослідженням. Кількісне визначення вмісту нітратів проводили іонометричним методом за допомогою приладу Greentest ECO 4. Оцінку екологічного стану досліджуваних рослин виконували шляхом порівняння фактичного вмісту нітратів із їх гранично допустимими концентраціями (ГДК).

Аналізуючи дані дослідження, можна зробити висновок, що на торгових точках міста Черкаси показники вмісту нітратів не перевищують ГДК для культур родини пасльонових, таких як томати і перець, а також ріпчаста цибуля. Отже, ці продукти не становлять загрози для здоров'я людини. Проте в картоплі показники нітратів перевищують ГДК в деяких точках продажу: на ринку «Центральний» – у чотири рази, в супермаркеті «АТБ» – у два рази, а в супермаркеті «Делікат» – близькі до граничного значення. Найвищий вміст нітратів виявили в буряку, де в багатьох зразках вміст перевищує ГДК більше ніж у сім разів, що може завдати серйозної шкоди здоров'ю. Вживання свіжих огірків також небезпечно для здоров'я, оскільки на ринках «Фермерський», «Центральний» та в супермаркеті «АТБ» зафіксовано перевищення показника в півтора рази. Схожа ситуація спостерігається і з капустою білокачанною. Встановлено, що накопичення нітратів у рослинах відбувається нерівномірно: різні органи рослин по-різному концентрують шкідливі сполуки, що підтверджується нашими дослідженнями.

Аналіз об'єктів, де було виявлено найбільше продукції «задовільної» якості, показав, що це ринок «Центральний». У місцях стихійної торгівлі купувати овочі та фрукти не рекомендовано, оскільки така продукція не проходила ветеринарно-санітарної експертизи і є потенційно небезпечною. Рекомендується купувати тільки ту продукцію, яка має експертний висновок і реалізується в санкціонованих торгових точках.

Вилучити нітрати з рослинної продукції повністю нереально і не доцільно, адже разом із цими речовинами руйнуються й вітаміни. Однак зменшити їх вміст все ж можливо. Первинна обробка овочів і фруктів дозволяє зменшити концентрацію нітратів на 20-30% шляхом: видалення качана з капусти, знімання зеленого листя, яке покриває качан, видалення товстих стебел листя зелені, дрібних коренів коренеплодів, а також обрізання огірка з обох кінців.



*Мельниченко О.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Хоменко О.М.,  
к.х.н., доц., завідувач кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
o.khomenko@chdtu.edu.ua*

### **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Енергетична галузь є однією з основних джерел забруднення повітряного басейну викидами, що надходять до атмосферного повітря від роботи паливовикористовуючого обладнання. Основними наслідками екологічного впливу електроенергетичних об'єктів на довкілля в першу чергу є забруднення атмосферного повітря шкідливими речовинами, зокрема діоксидом сульфуру, оксидами нітрогену, твердими частками і важкими металами. Викиди парникових газів, що включають вуглекислий газ, метан та оксид нітрогену, сприяють глобальним змінам клімату.

Однією із фундаментальних ланок забезпечення України електроенергією є теплові електростанції (ТЕЦ), що виробляють близько 60 – 70 % електричної енергії. Проте діяльність ТЕЦ негативно впливає на всі компоненти довкілля, зокрема атмосферне повітря, водні ресурси та ґрунти. Негативний вплив ТЕЦ на стан довкілля є досить складним, оскільки включає як забруднення атмосферного повітря газовими й аерозольними викидами, так і викиди теплової енергії в навколишнє середовище та забруднення ґрунтових вод. ТЕЦ викидають у атмосферу близько 30% загального обсягу всіх забруднюючих речовин від промислових підприємств різних галузей народного господарства, що в свою чергу порушують рівновагу природного середовища як в локальному та регіональному, так і глобальному масштабах.

Черкаська ТЕЦ ПрАТ «Черкаське хімволокно» та Канівська ГЕС відносяться до основних постачальників електричної енергії в Черкаській області, якими вироблено в 2021 році 796,3 млн кВт·год та 573,2 млн кВт·год відповідно. Найбільш потужними забруднювачами атмосферного повітря серед електроенергетичних об'єктів є теплові електростанції на органічному паливі, до яких відноситься Черкаська ТЕЦ. В таблиці наведено дані по викидам забруднюючих речовин в атмосферне повітря області від основних підприємств - забруднювачів атмосферного повітря, серед яких Черкаська ТЕЦ посідає перше місце (частка викидів становить 36,6 % від загального обсягу викидів основних підприємств Черкаської області). Найбільш вагомими серед викидів забруднюючих речовин і парникових газів до атмосферного повітря при роботі теплових електростанцій, що спалюють органічне паливо, є викиди оксидів сульфуру, нітрогену, карбону і важких металів, зокрема миш'яку, кадмію, хрому, міді, ртуті, нікелю, свинцю, селену, цинку та в разі використання мазуту – ванадію). Менш вагомими є викиди неметанових летких органічних сполук, метану CH<sub>4</sub>, оксиду нітрогену N<sub>2</sub>O, оксиду карбону CO й аміаку NH<sub>3</sub>.

Таблиця. - Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від основних підприємств – забруднювачів Черкаської області (2022 р.)

Назва підприємства	Частка викидів від загального обсягу викидів по області, %	Викиди забруднюючих речовин, тис. т
Черкаська ТЕЦ ПрАТ «Черкаське хімволокно»	36,6	17,206
ПрАТ «Миронівська птахофабрика»	12,6	5,899
ПрАТ «Азот» м. Черкаси	6,6	3,106
Інші	44,2	21,196

В 2022 р. індекс забруднення атмосфери (ІЗА) міста Черкаси, для розрахунку якого використовувались 5 найбільш пріоритетних домішок, таких як пил (3 клас небезпеки), діоксид нітрогену (3 клас небезпеки), аміак (4 клас небезпеки), формальдегід (2 клас небезпеки) та оксид нітрогену (3 клас небезпеки)) становив 5,37, що вважається підвищеним рівнем забруднення атмосферного повітря (5 < ІЗА < 7). ПАТ «Черкаське хімволокно» (Черкаська ТЕЦ) вносить значний вклад у надходження в атмосферу міста таких викидів забруднюючих речовин як діоксиду нітрогену, оксиду нітрогену та аміаку.

Аналіз динаміки комплексного індексу забруднення атмосфери (рисунок) показав, що за останні роки спостерігається тенденція стрімкого росту цього показника, проте з 2022 року відбувся значний його спад, що пов'язано із скороченням діяльності промислових підприємств міста в період воєнного стану.

Тенденція зміни середнього рівня забруднення атмосферного повітря за останні 5 років характеризувалася збільшенням по діоксиду сульфуру та сірководню. По аміаку, формальдегіду та оксидах нітрогену спостерігалось зменшення рівня забруднення. По пилю та оксиду карбону забруднення не змінилось. По важким металам зменшення рівня забруднення не відбулося.

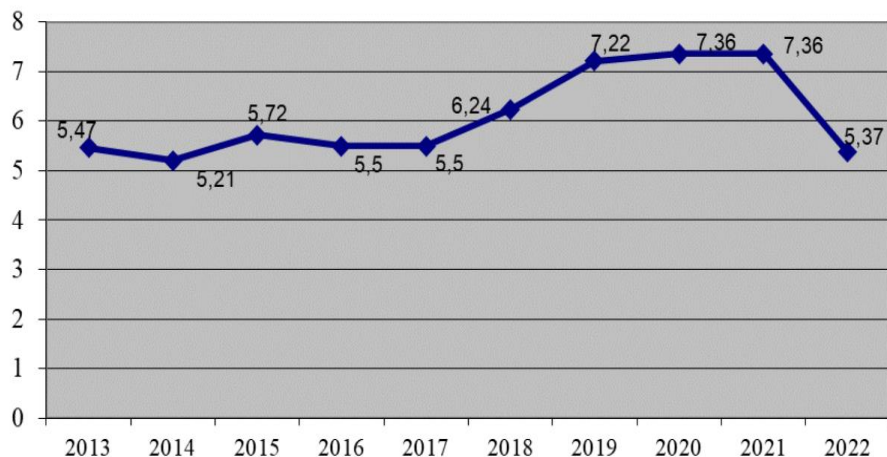


Рисунок. - Динаміка зміни показника ІЗА м. Черкаси за 2013-2022 р.р.

Викиди забруднюючих речовин від Черкаського ТЕЦ ПрАТ «Черкаське хімволокно», а саме SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, негативно впливають не лише на стан довкілля області, а й на стан захворюваності населення, зокрема хвороби органів дихання.

Зменшенню антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище сприятимуть саме розширення обсягів використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії, до яких відносяться вітрова, сонячна енергія та біопаливо, зокрема для опалення та постачання теплої води і виробництва електроенергії. На даний час у Черкаській області діє 12 малих гідроелектростанцій, 33 сонячних електростанції загальною потужністю 125,5 МВт та понад 900 домогосподарств, що мають у користуванні сонячні дахові панелі. На території Черкаського полігону твердих побутових відходів (ТПВ) в адміністративних межах Руськополянської сільської ради Черкаського району з 2017 року функціонує конгенераційна установка ТОВ «ЛНК». Товариство спеціалізується на виробленні електричної енергії з біогазу. Організовано відвід метану, що утворюється при анаеробному розкладанні органічної складової ТПВ із тіла полігону через систему газопроводів і свердловин збору газу. За рік роботи електростанції в електричній мережі передається близько 1,9 млн кВт електричної енергії. Біогаз, що вилучається з тіла полігону дозволяє максимально знизити ризик виникнення пожежонебезпечних ситуацій на полігоні побутових відходів. За 2022 рік із тіла полігону добуто 1 594,063 тис. м<sup>3</sup> біогазу. Перша в області комплексна інженерна споруда з системою збору біогазу полігону твердих побутових відходів використовується для виробництва електроенергії в с. Руська Поляна Черкаського району.

Тому в подальшому розширення обсягів використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, якими є вітрова та сонячна енергія, для опалення та постачання теплої води і виробництва електроенергії, біопалива сприятиме зниженню антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище, а також збереженню природно - ресурсних комплексів.

Мурин С.С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Мельник-Шамрай В.В.,  
к.с.-г.н., доц. доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[tzns41m\\_mss@student.ztu.edu.ua](mailto:tzns41m_mss@student.ztu.edu.ua)

## РОЛЬ ГРОМАДСЬКОСТІ В ПРОЦЕСІ ОВД: МЕХАНІЗМИ УЧАСТІ ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ

Оцінка ефективності участі громадськості у прийнятті рішень, пов'язаних з процедурою оцінки впливу на довкілля в Україні, має вирішальне значення для розвитку її кращого розуміння. Загалом участь громадськості в процесі ОВД досягла успіху у створенні більш розширеного середовища, де інтереси різних груп населення враховуються в однаковій мірі. Протягом останніх років необхідність активізації участі громадськості в процесі оцінки впливу на довкілля та ефективність альтернативних механізмів у досягненні даної мети є центральними темами в літературі з ОВД. Дослідження в галузі ОВД чітко демонструють, що громадська участь є невіднятим елементом цього процесу, сприяє демократичному виробленню політики та робить процес ОВД більш ефективним. Механізми участі громадськості в процесі ОВД є вагомими інструментами для забезпечення прозорості, справедливості та підвищення екологічної обізнаності населення.

У процесі ОВД громадськість може брати участь через різні його механізми, зокрема завдяки громадським слуханням, надсиланням письмових пропозицій та зауважень, участі у нарадах та обговореннях, доступу до інформації про плановану діяльність та оцінки її впливу на довкілля. Важливим кроком у законодавчому закріпленні участі громадськості в процесі оцінки впливу на довкілля в Україні стало ухвалення Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», який регламентує порядок участі громадськості в процедурі ОВД. Основою даного процесу є можливість отримання громадськістю інформації про плановану діяльність, яка буде мати вплив на довкілля, подання пропозицій та зауважень щодо даної діяльності, а також участь у громадських слуханнях.

Громадськими слуханнями громадяни та зацікавлені особи можуть висловити свої думки стосовно планової діяльності, ставити питання розробникам проекту та отримувати відповіді від представників органів влади. Громадські слухання демонструють свою ефективність, однак потребують розв'язання таких питань, як забезпечення зручного доступу для всіх зацікавлених сторін, покращення якості інформаційних матеріалів та посилення організаційної підтримки.

Громадяни можуть висловити свою позицію стосовно планової діяльності також і поданням письмових звернень та пропозицій. Письмовий формат дозволяє охопити більшу кількість громадян, надаючи можливість висловитися навіть тим, хто не може бути присутнім на громадських слуханнях. Вказаний метод особливо доречний у випадку, коли потрібен більш формальний, структурований та об'єктивний зв'язок з вагомими аргументами. Втім ефективність цього механізму нерідко обмежується через низьку екологічну свідомість громадськості та трудомісткість порядку подання зауважень. Залучення громадськості в процедурі ОВД має як переваги, так і виклики. Загалом, механізми участі, такі, як громадські слухання та письмові зауваження, сприяють прозорості та підзвітності процесу прийняття рішень суб'єктом господарювання стосовно його планової діяльності. Однак, щоб досягти ефективніших результатів участі громадськості в процедурі ОВД, слід оптимізувати робочі процеси.

Зокрема доцільно буде усунути проблеми доступності та комунікації під час громадських слухань. Часто громадські слухання проходять у робочий час або у важкодоступних місцях, що обмежує участь громадян та зацікавлених осіб. Для збільшення ефективності, варто організувати заходи з урахуванням зручного для громадян часу та пропонувати онлайн-трансляції слухань. З огляду на дослідження, багато громадян вважають процедуру подання зауважень непростю та формальною, що зменшує їх зацікавленість до участі у громадських слуханнях. Щоб зробити процес слухань ефективнішим, варто спростувати формальні вимоги та інформувати громадян про те, як їхні зауваження та пропозиції вплинули на кінцеве рішення стосовно планової діяльності.

Участь громадськості в процесі ОВД є компонентом екологічної демократії, яка забезпечує прозорість, підзвітність та прогрес сталого розвитку. Механізми, такі як громадські слухання, надсилання листів із зауваженнями та пропозиціями будуть ефективнішими за умов належної організації. Разом з тим, для підвищення ефективності громадських слухань необхідно розвивати екологічну освіту в населення, вдосконалювати комунікаційну систему з ним та забезпечувати подальшу доступність інформації про планову діяльність.

### Список використаної літератури

1. Пацева І.Г., Мельник-Шамрай В.В. Лук'янова В.В. Оцінка впливу на довкілля: навчальний посібник. - Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. 168 с.

Овсянецька Д.Я.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Качала Т.Б.,  
к.т.н., доц., доцент кафедри екології,  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
diana.ovsianetska-eko221@nung.edu.ua

## ВМІСТ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ В ПОВІТРІ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬК: ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ

Забруднення атмосферного повітря залишається однією з найважливіших екологічних проблем, що впливають на якість життя населення, їх здоров'я та природне середовище в умовах сучасних урбанізованих територій. Вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) є одним із основних парникових газів, який бере участь у глобальних процесах зміни клімату, його концентрація в атмосферному повітрі швидко зростає через діяльність людини, зокрема через викиди транспорту, промисловості та енергетичного сектора [1]. Це особливо актуально для міст, таких як Івано-Франківськ, де транспортна інфраструктура є значним джерелом викидів діоксиду вуглецю.

Вуглекислий газ, як природний компонент повітря, є життєво необхідним для людини і бере участь у багатьох біологічних процесах. Однак, перевищення концентрацій вуглекислого газу може викликати в організмі ряд помітних побічних ефектів, через що дана хімічна сполука вважається небезпечною для здоров'я і життєдіяльності людини.

Переважаюча більшість наукових досліджень повідомляють, що надлишок вуглекислого газу в тілі людини призводить до порушення розумової активності, загальної нервозності і підвищеному рівню стресу. Також посилюються хронічні захворювання, пов'язані з серцем, кровоотоком і нирками, слабшає імунітет. При надмірній кількості  $\text{CO}_2$  виникають такі симптоми, як: відчуття задухи, почастішання пульсу, збільшення стомлюваності, проблеми з концентрацією уваги, падіння продуктивності праці, неприємність, нудота, головний біль, синдром хронічної втоми. Конкретні симптоми залежать від якості повітря. А точніше – від рівня  $\text{CO}_2$ , що міститься в ньому:

- 300-400 ppm – оптимальне значення діоксиду вуглецю в повітрі, ніякої шкоди для організму немає;
- 400-600 ppm – норма для роботи в офісі без зниження продуктивності праці, на організм ніяк не впливає;
- до 600 ppm – норма для спальні, дитячого садка і школи;
- 600-1000 ppm – починає боліти голова, знижується продуктивність роботи людини, складніше концентрувати увагу і сприймати інформацію;
- 1000-1500 ppm – людина стає млявою, апатичною; сильно падає концентрація уваги, складніше приймати рішення, збільшується кількість помилок в роботі; при такій концентрації вуглекислого газу в повітрі збільшується ризик розвитку хронічної втоми;
- від 1500 ppm – сильно болить голова, зникає бажання працювати [2, 3].

З огляду на ці дані, контроль за рівнем вуглекислого газу в атмосферному повітрі є критично важливим, особливо в умовах міського середовища, де спостерігається високе антропогенне навантаження. Тому регулярний моніторинг рівнів  $\text{CO}_2$  та інших газів є необхідним для забезпечення екологічної безпеки та збереження здоров'я населення.

Оскільки діоксид вуглецю є показником багатьох техногенних процесів, ми вирішили провести вимірювання його вмісту в атмосферному повітрі міста Івано-Франківськ. Основною метою нашого дослідження було вивчення просторового розподілу концентрацій вуглекислого газу та оцінка екологічних ризиків, пов'язаних з його високим вмістом. Особливу увагу ми приділили впливу викидів від транспортної інфраструктури, адже автомобільний транспорт є одним з головних джерел забруднення повітря у міському середовищі [4].

Визначення вмісту вуглекислого газу було здійснено з використанням мультигазового детектора СЕМ GD-3803. За допомогою цього приладу було зібрано детальні дані про концентрації  $\text{CO}_2$  у повітрі міста Івано-Франківськ. Для дослідження було обрано райони з інтенсивним транспортним рухом, такі як: центральні вулиці, перехрестя та транспортні розв'язки.

Для аналізу та візуалізації отриманих даних було створено інтерполяційну карту розподілу діоксиду вуглецю на території міста. Карта відобразила основні зони з підвищеною концентрацією досліджуваного газу. Картографічний матеріал було створено з використанням ГІС-технологій, у програмі Surfer [5].

На рисунку 1 представлено просторовий розподіл концентрації вуглекислого газу на території міста Івано-Франківськ. Використання ГІС-технологій стало корисним інструментом для даного дослідження та оцінки екологічної ситуації, адже такі технології та програмні забезпечення дозволяють ефективно ідентифікувати зони з підвищеними екологічними ризиками.

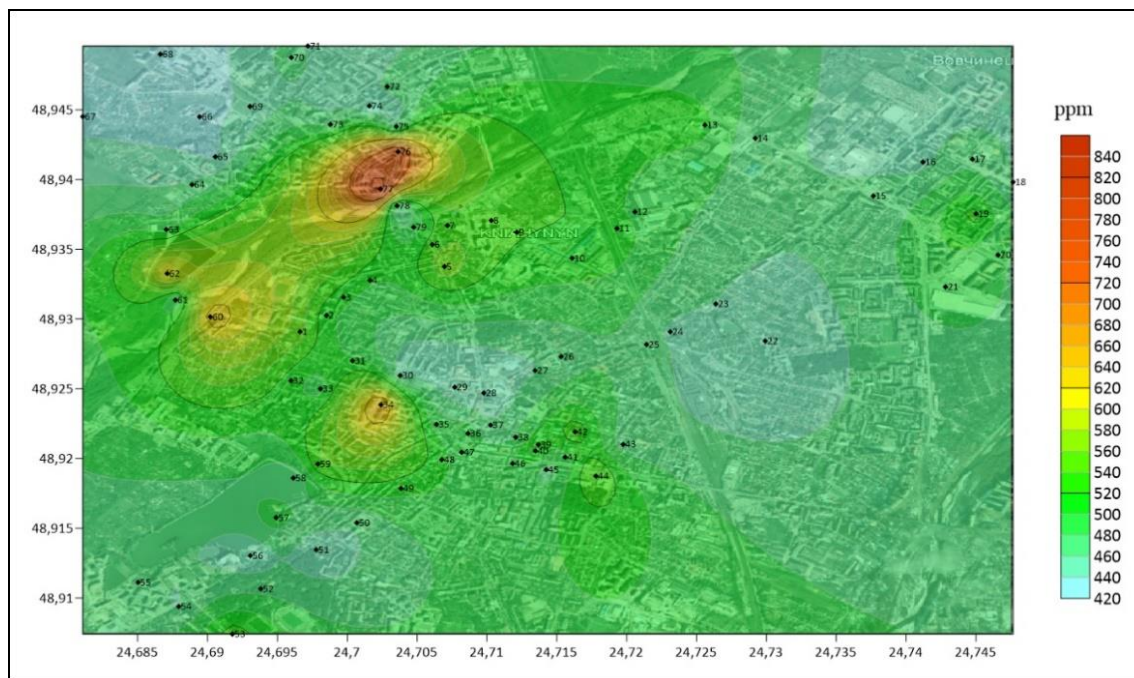


Рисунок 1 – Вміст вуглекислого газу в повітрі м. Івано-Франківськ

Вміст діоксиду вуглецю у повітрі Івано-Франківська варіював від 425 до 864 ppm. Найвищу концентрацію газу було зафіксовано поблизу мосту на Пасічну (точки № 76 та 77), де спостерігається дуже щільний транспортний потік. Це підтверджує те, що основним джерелом забруднення повітря CO<sub>2</sub> в місті є автомобільний транспорт, зокрема на основних магістралях Івано-Франківська. Інтенсивний рух призводить до локального підвищення концентрації вуглекислого газу, особливо на перехрестях та зонах з високою щільністю машин [4, 6]. Враховуючи такі дані, можна зробити висновок, що транспортна інфраструктура суттєво впливає на якість повітря в міських районах, підкреслюючи важливість моніторингу та пошуку рішень для зменшення викидів.

Інтерполяція даних дозволила не лише визначити «гарячі точки» з високим рівнем CO<sub>2</sub>, а й виявити загальні закономірності розподілу цього забруднювача у межах міської території.

**Висновок.** Отримані результати свідчать про доцільність регулярного моніторингу рівня CO<sub>2</sub> у міських умовах, особливо в зонах з інтенсивним транспортним рухом. Просторовий аналіз вмісту CO<sub>2</sub> показав, що транспортна інфраструктура має значний вплив на рівень цього газу у повітрі, тому проведення подальших досліджень та регулярного моніторингу є важливим для розробки ефективних заходів щодо екологічної безпеки та збереження здоров'я населення.

#### Список використаної літератури:

1. Вуглекислий газ. Все, що потрібно знати прогресивному жителю міського середовища : веб-сайт. URL: <https://it-climate.com.ua/ua/articles/ventiliatsiia-it/uglekislyi-gaz-vse-cho-to-nuzhno-znat-progressivnomu-zhiteliu-gorodskoi-sredy>
2. Норма вуглекислого газу CO<sub>2</sub>. Його роль і значення в нашому повсякденному житті : веб-сайт. URL: <https://vencon.ua/ua/articles/norma-uglekislogo-gaza-so2-ego-rol-i-znachenie-v-nashey-povsednevnoy-zhizni>
3. Вуглекислий газ: як утворюється, для чого використовується : веб-сайт. URL: <https://pressa.rv.ua/news/vuglekyslyj-gaz-yak-utvoryuyetsya-dlya-chogo-vykorystovuyetsya/>
4. Мельник, Ю. В., & Грохольський, М. О. (2014). ВПЛИВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ТА ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ. Друкується в редакції авторів статей, 415.
5. Зорін Д.О. Екологічна безпека: Методичні рекомендації. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 52 с.
6. Дуліт, З. П. (2012). Забруднення атмосферного повітря як один з видів впливу залізничного транспорту на довкілля. Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Сер.: Економіка і управління, (21-22 (2)), 99-103.

Осипенко О.С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Герасимчук Л.О.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[Gerasim4uk@ukr.net](mailto:Gerasim4uk@ukr.net)

## ВАЖКІ МЕТАЛИ В АГРОСЕЛІТЕБНИХ ЛАНДШАФТАХ МІКРОРАЙОНУ «СХІДНИЙ ПРОМВУЗОЛ» М. ЖИТОМИР

Важкі метали є сьогодні одними з найбільш поширених антропогенних забруднювачів біосфери [1-3, 5]. Традиційно проблема забруднення важкими металами компонентів довкілля розглядалась по відношенню до територій мегаполісів та урбоєкосистем, розташованих у регіонах з високим ступенем концентрації промислового виробництва, тоді як аграрні регіони залишились переважно поза увагою дослідників.

Об'єктом досліджень стали особливості забруднення важкими металами урбаноземів і фітоценозів в межах агроселітебних ландшафтів північно-східної частини м. Житомира. Дослідження проводили протягом 2023 – 2024 рр. Ґрунтові та рослинні зразки на території мікрорайону «Східний промвузол» відбирались в межах ділянок індивідуальної житлової забудови [4]. Загалом було відібрано 16 ґрунтових та 81 рослинних зразків. Досліджувані урбаноземі північно-східної частини міста Житомира характеризуються близькою до нейтральної та нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,8 –7,2), вмістом гумусу від 1,9 до 4,35 %, вмістом рухомого фосфору в межах від 800 до 1130 мг/кг, обмінного калію – від 508 до 1189 мг/кг. Ґрунтовий покрив в межах індивідуальної житлової забудови мікрорайону «Східний промвузол» загалом характеризується сприятливими для вирощування овочевих культур агрохімічними показниками і є добре окультуреним в процесі ведення індивідуального городництва його мешканцями. Варто зазначити, варіювання всіх досліджуваних агрохімічних показників в урбаноземах було загалом незначним ( $v=11-25$  %), а показники рН ґрунтового розчину варіювали в межах 2 %.

В урбаноземах на території північно-східної частини м. Житомир встановлено перевищення вмісту валових форм свинцю у 1,9 – 2,7 рази, цинку – у 1,8 – 2,3 рази. Вміст валових форм міді та кадмію не перевищує гранично встановлених нормативів.

Відмічається поліметалічне забруднення рухомими формами важких металів (міддю, цинком та свинцем) ґрунтів північно-східної частини м. Житомир. Перевищення ГДК рухомих форм міді складає 2,53 – 7,07 рази, цинку – 1,75 – 4,32 рази, свинцю – 7,8 – 29,9 рази.

Найбільш сильно в урбаноземах агроселітебних ландшафтів варіює вміст міді, цинку та свинцю (коефіцієнти варіації складають 33 %, 31 %, 35 % відповідно, що підтверджує техногенну природу походження цих поллютантів). Результати досліджень по вивченню накопичення важких металів у ґрунті дали змогу встановити рангований ряд щодо їх доступності для рослин. Встановлено, що найбільш доступним для рослин є свинець, а цинк і мідь є найменш доступними (мідь: здатність утворювати хелатні сполуки з органічною речовиною ґрунту і таким чином ставати тимчасово недоступною для рослин. Урбаноземі ж на цій території мають досить високий вміст гумусу, який часто перевищує 4 %).

Було встановлено, що овочева продукція та картопля, вирощена на ґрунтах присадибних ділянок у межах індивідуальної житлової забудови північно-східної частини м. Житомир мали дещо підвищений вміст Cu і Zn та високий вміст Pb і Cd. Однак, не зважаючи на те, що урбаноземі в межах мікрорайону «Східний промвузол» характеризувалися високим рівнем забруднення міддю і свинцем, рослинницька продукція, вирощена на них, не була забрудненою цими елементами, за виключенням картоплі: перевищення вмісту міді становило в середньому 1,2 ГДК, свинцю – 3,8 ГДК. Середній вміст цинку дещо перевищував встановлені норми у буряках столових (1,1 – 2,3 ГДК) та капусті білоголовій (1,1 – 2,1 ГДК).

Хоча ґрунти північно-східної частини міста й не містили підвищених кількостей рухомих форм кадмію, у всій рослинницькій продукції, вирощуваній тут, спостерігалось перевищення ГДК вмісту цього поллютанта: у буряку столовому – 4,7 – 10,3 ГДК, картоплі – 1,3 – 2,1 ГДК, моркві столовій – 0,3 – 3,3 ГДК, капусті білоголовій – 0,3 – 1,0 ГДК, кропі – 0,8 – 1,8 ГДК, шавлі – 0,7 – 1,4 ГДК.

Однак, не зважаючи на те, що урбаноземі в межах мікрорайону «Східний промвузол» характеризувалися високим рівнем забруднення міддю і свинцем, рослинницька продукція, вирощена на них, не була забрудненою цими елементами, за виключенням картоплі: перевищення вмісту міді становило в середньому 1,2 ГДК, свинцю – 3,8 ГДК. В розрізі окремих овочевих культур найбільш забрудненою міддю виявилась картопля, вирощувана на присадибних ділянках вул. Баранова (1,02 ГДК) та вул. Промислової (1,4 ГДК). Свинець найбільше накопичувався картоплею, в якій фіксувалося перевищення ГДК у 2,2 – 4,6 рази.

На підставі виконаних експериментальних досліджень нами визначені критичні по відношенню до накопичення важких металів сільськогосподарські культури, вирощування яких на присадибних ділянках північно-східної частини м. Житомир є небажаним:

- Cu – картопля;
- Zn – буряк столовий, капуста білоголова;
- Pb – картопля;
- Cd – буряк столовий, морква столова, капуста білоголова, кріп, щавель.

Також створена карта-схема забруднення важкими металами досліджуваної території (рис. 1). На ній позначені коефіцієнти концентрації важких металів у ґрунті та культури, вирощування яких небажане в межах даної території.

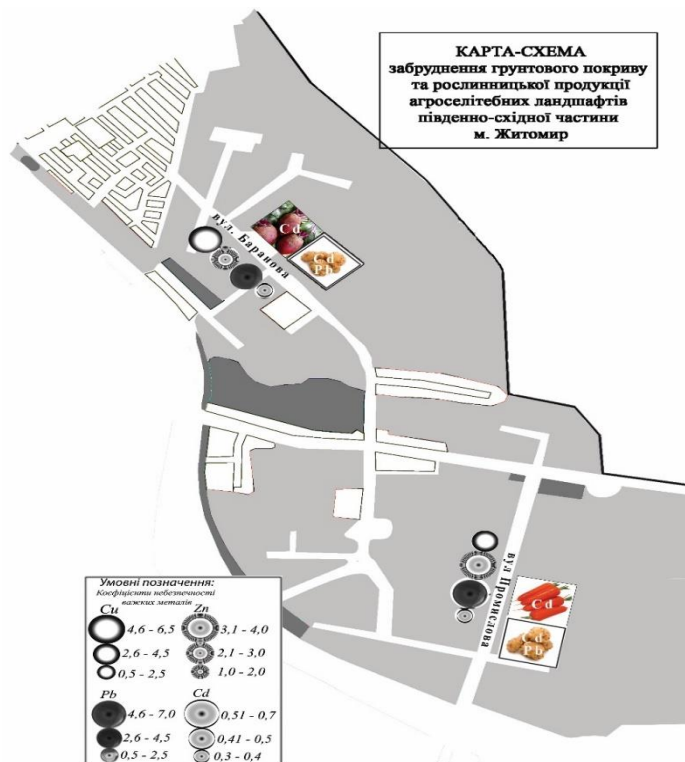


Рис. 1. Карта-схема забруднення важкими металами території мікрорайону «Східний промвузол».

#### Список використаної літератури

1. Герасимчук Л. О. Акумуляція важких металів в урбодифотопах і фітоценозах Житомирського Полісся : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Дніпропетр. держ. аграр. ун-т, 2012. 24 с.
2. Герасимчук Л. О., Валерко Р. А. Екологічна оцінка якості овочевої продукції агроселітєбних територій приміської зони м. Житомира. Агроєкологічний журнал. 2017. № 3. С. 76-82.
3. Мартенюк Г. М., Герасимчук Л. О., Валерко Р. А., Гладич Н. О. Забруднення важкими металами істивних грибів роду *Pleurotus* у межах селітєбних територій. Екологічні науки. 2021. № 3(36). С. 171-174.
4. Мислива Т. М., Герасимчук Л. О. Важкі метали в урбаноземах агроселітєбних ландшафтів південно-західної частини м. Житомира. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агрономія. 2011. Вип. 162, ч. 1. С. 155-165.
5. Пацева І. Г., Герасимчук Л. О., Можарівська І. А. Вміст важких металів у зерні кукурудзи при умові вирощування на Поліссі України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 136. С. 316-321. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/136\\_2024/part\\_2/42.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/136_2024/part_2/42.pdf)
6. Герасимчук Л. О., Пацева І. Г., Валерко Р. А. Гуманітарне розмінування України. Аграрні інновації. 2024. № 24. С. 232-238. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.33>.
7. Хом'як І. В., Онишук І. П., Медвідь О. В., Пацева І. Г., Хом'як О. І. Вплив скиду зворотніх вод Шамраївського родовища гранітів на фіторізноманіття долини річки Роставиця. Український журнал природничих наук. 2024. Вип. 9. С. 331-343.
8. Пацева І. Г., Герасимчук Л. О., Валерко Р. А., Сікач Т. І., Івашкіна О. Л. Концентрація важких металів у фітомасі кукурудзи. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 137. С. 544-548. URL: [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/137\\_2024/65.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/137_2024/65.pdf)

Панченко Д.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Алтамова О.М.,  
к.б.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
Курбет Т.В.,  
к.с.-г.н., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[tzns39m\\_pdv@student.ztu.edu.ua](mailto:tzns39m_pdv@student.ztu.edu.ua)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВМІСТУ $^{137}\text{Cs}$ У ПЛОДОВИХ ТІЛАХ ЇСТІВНИХ ГРИБІВ У ПРОЦЕСІ КУЛІНАРНОЇ ОБРОБКИ

Чорнобильська катастрофа 1986 року спричинила значне радіоактивне забруднення великих територій України, що актуалізувало вивчення впливу радіонуклідів на природні ресурси, зокрема на їстівні гриби. Плодова частина грибів, що широко споживаються в їжу місцевим населенням, може містити радіоактивний ізотоп цезію –  $^{137}\text{Cs}$ , який також накопичується в різних компонентах лісових екосистем. Наше дослідження було спрямоване на аналіз ефективності кулінарної обробки (відварювання, вимочування) для зниження концентрації  $^{137}\text{Cs}$  у їстівних грибах, зібраних на радіоактивно забруднених територіях лісів Житомирської області, що дозволяє зменшити дозові навантаження населення за рахунок внутрішнього опромінення.

Метою роботи було оцінити ефективність різних методів кулінарної обробки для зниження радіоактивного забруднення грибів. Відбір зразків плодових тіл грибів здійснювався на території ДП «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» у Житомирській області. Було відібрано зразки таких видів, як маслюк жовтий, свинushка тонка, лисичка звичайна та польський гриб, оскільки саме ці види є поширеними у регіоні та користуються попитом у місцевого населення. Відбір зразків проводився на екологічно однорідних ділянках лісу, розташованих на значній відстані від доріг. Зібрані гриби транспортували до лабораторії радіології Поліського філіалу УкрНДІЛГА, де проводилася обробка зразків плодових тіл грибів та вимірювання питомої активності радіонукліда в них до та після різних видів кулінарної обробки.

Наше дослідження передбачало два види кулінарної обробки: відварювання з декількома змінами води (по 5, 10, 15 хвилин) та вимочування у підсоленій воді протягом 30 хвилин. Після кожного етапу кулінарної обробки вимірювалася питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у грибах та у відварі або розчині. Гама-спектрометрія проводилася з використанням спектрометра GDM-20 10 PLUS, який забезпечує точність вимірювань із похибкою не більше 5%.

Дослідження показали, що ефективність зниження величини радіоактивного забруднення грибів як у процесі відварювання, так і вимочування для різних видів грибів є різною, що, на нашу думку, може пояснюватися біологічними особливостями видів грибів.

Хоча відварювання грибів у солоній воді є найбільш ефективним методом кулінарної обробки для зниження вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у грибах, але недоцільним є застосування цього способу більше 15 хвилин. При більшій тривалості відварювання гриби втрачають свої смакові та корисні властивості. Необхідно зважати на те, що через кожні 5 хвилин відвар повинно зливати та замінювати на свіжу воду, що збільшує вихід радіонуклідів з грибів у відвар.

Для практичних цілей нами було проведено регресійний аналіз та побудовано залежність зменшення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у досліджуваних видах грибів від тривалості відварювання.

Отримана залежність для всіх видів грибів була тісною, прямолінійною  $y=ax+b$ , обернено пропорційною (рис. 1, 2, 3). Щільність зв'язку оцінюється за абсолютним значенням коефіцієнта кореляції. Значення коефіцієнтів кореляції становили від 0,66 до 0,93, що свідчить про достатню достовірність зв'язку.

Залежність радіоактивного забруднення досліджуваних видів грибів від тривалості відварювання є дуже тісною ( $r=0,65-0,86$ ).

За результатами регресійного аналізу було встановлено, що для отримання величини питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у плодових тілах грибів згідно встановлених нормативів (500 Бк/кг) необхідно відварювати їх у підсоленій воді в середньому 13-15 хвилин з урахуванням того, що кожні 5 хвилин воду потрібно міняти.



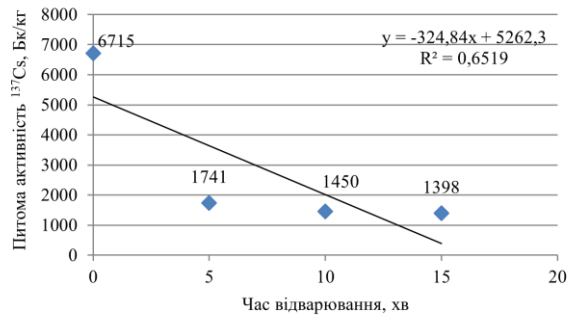


Рис. 1. Залежність радіоактивного забруднення лисички від тривалості відварювання

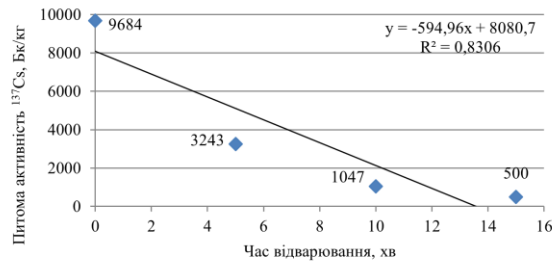


Рис. 2. Залежність радіоактивного забруднення маслюків від тривалості відварювання

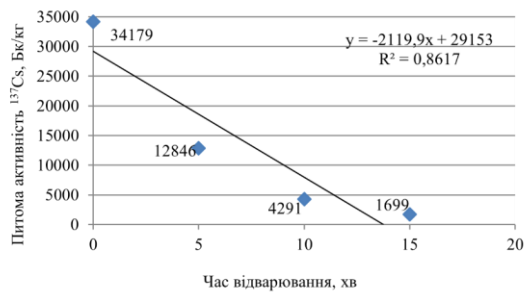


Рис. 3. Залежність радіоактивного забруднення свинушки від тривалості відварювання

Узагальнюючи отримані результати, слід зробити важливий висновок про те, що прості, доступні методи кулінарної обробки плодових тіл грибів здатні істотно (до 95% від початкової) зменшити у них питому активність <sup>137</sup>Cs. Гриби, вміст <sup>137</sup>Cs в яких значно перевищує гранично допустиму концентрацію, після відварювання не завжди можна вживати в їжу. Тому населенню радіоактивно забруднених територій важливо володіти інформацією про рівні забрудненості території радіонуклідами та небезпеку вживання дикорослих грибів.

Відварювання грибів за перші 5 хвилин дозволило знизити вміст радіоцезію в свинушках, лисичках та маслюках до 37%, 28% та 33% відповідно (рис. 4).

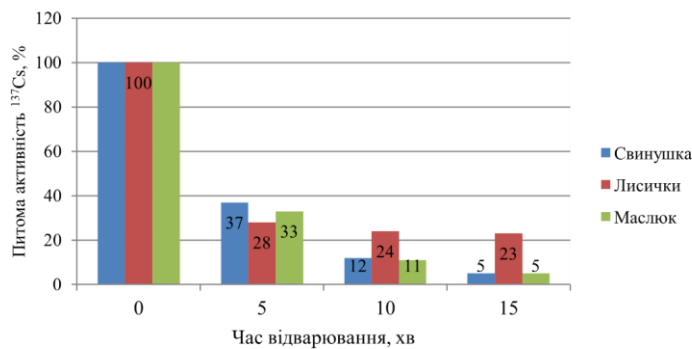


Рис. 4. Залишок питомої активності <sup>137</sup>Cs у грибах після відварювання, %

При наступних 5 хвилинах вміст  $^{137}\text{Cs}$  у свинюшках зменшився до – 12%, у лисичках – 24%, а у маслоках – 11%. При 15-ти хвилинному відварюванні залишок питомої активності у свинюшках становив – 5 % (1699 Бк/кг), у лисичках – 23% (1398 Бк/кг), а у маслоках – 5 % 500 (Бк/кг).

Відварювання виявилось найбільш ефективним методом кулінарної обробки для маслока звичайного: вже після 15-хвилинного відварювання у водний розчин перейшло 95% від початкового вмісту  $^{137}\text{Cs}$  і кінцева концентрація радіонукліда не перевищувала гранично допустимих рівнів (500 Бк/кг). Що стосується інших грибів, то зважаючи на дуже інтенсивне початкове радіоактивне забруднення, за 15 хвилин відварювання не вдалося отримати гранично допустимі величини концентрації  $^{137}\text{Cs}$ . В результаті даного способу кулінарної обробки все ще спостерігається перевищення величини питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у порівнянні з діючими нормативами: для свинюшки – у 3,4 рази, а для лисичок – у 2,8 рази.

Результати проведених досліджень дали підставу зробити такі висновки:

Для досліджуваних видів грибів виявлено суттєві відмінності у величинах радіоактивного забруднення, що обумовлюється видовими особливостями. Вміст  $^{137}\text{Cs}$  у свіжих плодкових тілах грибів був значним та перевищував чинні гігієнічні нормативи (500 Бк/кг): у 12 рази – для лисички (*Hygrophoropsis aurantiaca*); у 19 рази – для маслока (*Suillus luteus*); у 68 рази – для свинюшки (*Paxillus involutus*); у 104 рази – для польського гриба (*Xerocomus badius*).

Відварювання грибів дозволило знизити питому активність  $^{137}\text{Cs}$  в їхніх плодкових тілах в середньому на 68%. При 15-ти хвилинному відварюванні залишок питомої активності у свинюшках та маслоках становив 5 % (1699 Бк/кг та 500 Бк/кг відповідно), а у лисичках – 23% (1398 Бк/кг).

Вимочування дозволяє зменшити питому активність  $^{137}\text{Cs}$  в середньому на 56%. Для плодкових тіл маслоків зменшення сягало 1,6 рази, а для польських грибів – 3,6 рази.

Найефективнішим способом кулінарної обробки є 15-хвилинне відварювання з 3-х кратним зливанням відвару. Найбільша кількість радіонукліду переходить у відвар у перші 5 хвилин.

При відварюванні без зміни води через 5 хвилин спостерігається підвищення радіоактивного забруднення плодкових тіл грибів.

Для грибів, початковий вміст  $^{137}\text{Cs}$  у яких дуже високий, застосування кулінарної обробки не завжди дозволяє отримати допустимі рівні радіоактивного забруднення.

Результати експерименту показали, що кулінарна обробка є дієвим засобом зниження вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у плодкових тілах грибів, особливо - відварювання протягом 15 хвилин із зміною води. Отримані результати мають практичне значення для населення, що проживає на територіях, які залишаються радіоактивно забрудненими після аварії на ЧАЕС. Однак, обов'язково потрібно враховувати ступінь початкового радіоактивного забруднення недеревної продукції лісу та проводити її регулярний радіологічний контроль.

#### Список використаної літератури

1. Валерко Р. А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л., Алпатова О.М. Застосування біопрепаратів і регуляторів росту рослин для зниження накопичення важких металів у зерні кукурудзи. Екологічні науки. 2024. № 3(54). С. 83-86.
2. Хрутьба Ю.С., Пацева І.Г., Алпатова О.М., Хрутьба О.В., Пацев І.С. Концепція GreenPM в управлінні природоохоронними проектами в контексті сталого розвитку. Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2024. Вип. 1. С. 82-88.
3. Пацева І.Г., Корбут М.Б., Алпатова О.М., Пацев І.С. Аналіз стійкості деревних порід рослин у міських умовах. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52), Т. 2. С. 76-78.
4. Пацева І. Г. , Барабаш О. В. , Мельник-Шамрай В. В. , Шамрай В. І. , Пацев І. С. Аналіз сучасного стану лісових ресурсів у контексті сталого розвитку. Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2023. № 4 (493) . С. 205-211
5. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Пацева І.Г., Пацев І.С. Землеустрій як інструмент управління земельними ресурсами в умовах екологізації землекористування. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. : Видавничий дім «Гельветика». 2023. № 6(51). С.78-83
6. Пацева І., Барабаш О., Мельник-Шамрай В., Пацев І. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. № 3. С. 59-65.
7. Краснов В.П., Мельник В.В., Курбет Т.В., Жуковський О.В., Зборовська О.В., Орлов О.О. Динаміка питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у конвалії звичайній (*Convallaria majalis* L.) у лісах Полісся України після аварії на ЧАЕС. «Ядерна фізика та енергетика». 2019. Т. 20. №3. С. 278–284. SCOPUS
8. Orlov O.O., Grabar I.G., Dolin V.V., Kurbet T.V. Toxicological study of moss cover in pine forests of biogeochemical landscape in background area of ukrainian polissia. Part 2. Radionuclides –  $^{137}\text{Cs}$ : № 38 (2024): Geochemistry of Technogenesis . P. 6-19.
9. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.В., Пацева І.Г., Курбет Т.В. Оцінка стану природно-заповідного фонду Житомирської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. :видавничий дім «Гельветика». 2023. № 3(48). С. 108-115.

*Пацев І.С.,  
Здобувач вищої освіти освітньо-наукового ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Барабаш О.В.,  
д.т.н., проф., проф кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Національного транспортного університету  
barabashelena29@gmail.com*

## **ГУМАНІТАРНЕ РОЗМІНУВАННЯ ЛІСІВ В УКРАЇНІ: ВИКЛИКИ, УСПІХИ ТА ПРИКЛАДИ**

Гуманітарне розмінування стало однією з пріоритетних задач України в умовах війни, яка триває з 2014 року. Станом на 2023 рік, тисячі гектарів лісових угідь та сільськогосподарських земель залишаються забрудненими мінами та нерозірваними боєприпасами. За даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій, приблизно 30% території України потребує розмінування, і близько 67 тисяч квадратних кілометрів, у тому числі значна частина лісів, є забрудненими.

Розмінування лісів має свої особливості. На відкритих полях або в сільськогосподарських угіддях, процес відбувається швидше, оскільки спеціалісти можуть використати техніку. Лісові ж масиви вимагають ручного розмінування – сапери мають пройти десятки гектарів, використовуючи металощукачі та інше обладнання. Це значно ускладнює процес і збільшує час, необхідний для очищення лісів від вибухонебезпечних предметів. Одним із прикладів таких зусиль є роботи на Харківщині, де в процесі гуманітарного розмінування лише в лісах виявили понад 25 тисяч небезпечних предметів. Приклади гуманітарного розмінування [1]:

1. Харківська область. Після звільнення частини Харківщини у вересні 2022 року сапери ДСНС активно розпочали роботу з очищення лісів у регіоні. У період з вересня 2022 до кінця 2023 року було очищено понад 500 гектарів лісу. Наприклад, у Куп'янському районі, де місцеві ліси були густо заміновані, сапери виявили і знешкодили тисячі протипіхотних та протитанкових мін. Станом на кінець 2023 року робота триває, і лише в цій області ще понад 1000 гектарів лісу потребують розмінування [3].

2. Чернігівська область. У 2023 році ДСНС спільно з міжнародними партнерами, такими як Halo Trust та Danish Demining Group, почали активні роботи з розмінування лісів на півночі країни. У лісах навколо міста Чернігова було знайдено кілька сотень нерозірваних снарядів та протипіхотних мін. За підтримки міжнародних організацій вдалося швидше провести розмінування, а також залучити інноваційні технології, як-от дрони для повітряної оцінки лісових ділянок.

3. Донецька та Луганська області. У цих регіонах, які стали одними з найгарячіших точок бойових дій, ліси буквально нашпиговані боєприпасами. Однак через безперервні бойові дії розмінування часто є неможливим або дуже небезпечним для саперів. Навіть після завершення активних бойових дій роботи в цих лісах можуть тривати роками. Станом на 2023 рік лише на території Донецької області залишаються небезпечними десятки тисяч гектарів лісу, до яких неможливо наблизитися без загрози життю.

Важливу роль у гуманітарному розмінуванні лісів в Україні відіграє міжнародна підтримка. Декілька міжнародних організацій, зокрема, *Halo Trust*, *Danish Demining Group* та *NPA (Norwegian People's Aid)*, надають Україні фінансову допомогу, обладнання та фахівців. Також використовується спеціалізована техніка, зокрема, дистанційно керовані роботи, які можуть працювати у важкодоступних лісових масивах і зменшувати ризики для саперів [2].

Основними викликами для розмінування лісів залишаються обмежені ресурси та людський фактор, адже розмінування лісів потребує особливої підготовки, а також додаткових матеріальних і технічних ресурсів. У той же час активне залучення міжнародної допомоги та зусилля держави дозволяють збільшувати темпи очищення території.

За прогнозами фахівців, для повного очищення українських лісів може знадобитися від 10 до 15 років. Проте поступове повернення територій до безпечного стану вже дає можливість місцевим жителям безпечно відвідувати деякі з розмінованих лісів, а економіка країни отримає поштовх завдяки поверненню цих земель до екологічного та економічного обігу.

Гуманітарне розмінування є кроком до відновлення природи та безпечного життя в постраждалих регіонах України, і кожен очищений гектар землі наближає країну до мирного майбутнього.

### **Список використаної літератури**

1. Пацева І. Г. , Барабаш О. В. , Мельник-Шамрай В. В. , Шамрай В. І. , Пацев І. С. Аналіз сучасного стану лісових ресурсів у контексті сталого розвитку. Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. 2023. № 4 (493) . С. 205-211
2. Пацев І.С., Барабаш О.В., Пацева І.Г. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми Житомирщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 5 (50). С. 114–118.
3. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А. Гуманітарне розмінування України. Аграрні інновації. 2024. №24. С. 232-238.

*Плясун Н.М.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технологія захисту навколишнього середовища»  
науковий керівник: Демчук Л.Л.,  
к.пед.наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет “Житомирська політехніка”, м.Житомир*

## **ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА АВТОЗАПАВНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК СТАЦІОНАРНОГО ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ**

В Україні, на відміну від багатьох розвинутих країн світу, системи водоспоживання, водовідведення та водоочищення знаходяться, на жаль, в незадовільному стані. Такий занедбаний їх стан, без сумніву, негативно впливає на якість води, як питної, так і вод господарського використання, а також річкових басейнів, куди викидаються недоочищені стоки. При цьому Водна стратегія України передбачає одним із основних завдань зменшення скидів забруднювальних речовин зі стічними водами, а також докорінну модернізацію та реконструкцію каналізаційних очисних споруд. Як відомо, питна вода є найважливішим фактором здоров'я людини. Організація Об'єднаних Націй (ООН) визнала воду одним з найважливіших ресурсів на планеті, без якого неможливе життя, а доступ до джерел чистої води згідно норм ООН є одним з найважливіших показників сталого розвитку. Недоліки існуючих способів і технологій утилізації осадів стічних вод спричиняють значні негативні впливи на здоров'я людини, інших живих екосистем та стан довкілля в цілому. За даними ЮНЕСКО найбільш розповсюдженими і небезпечними забруднювачами гідросфери, є нафтопродукти. Відтак, удосконалення існуючих та створення нових екологічно безпечних систем і процесів очищення нафтовмісних стічних вод, а також розроблення енергоефективних ресурсозберігаючих та рециклінгових технологій водокористування визначає актуальність даної роботи.

Глобальною екологічною проблемою сучасності стало інтенсивне прогресування забруднення гідросфери та всіх її складових – океанів, морів, річок, ставків, боліт, підземних вод. За останні десятиліття промислово розвинені країни стали виробляти таку величезну кількість різноманітних речовин (забруднювачів води), при яких водоочисні споруди не забезпечують необхідне очищення питної води. Економіка України щорічно використовує близько 30 млрд. м<sup>3</sup> води, а людство у цілому – до 4 трлн.м<sup>3</sup>. Вода після її використання скидається у водойми і річки, і майже третина її – без належного очищення. Велика частина води в результаті водоспоживання безповоротно втрачається. Проблема нестачі водних ресурсів – це не природний процес, а результат людської діяльності.

Внаслідок різко зростаючих масштабів промислової діяльності людини у природні водойми потрапляє величезна кількість зважених і розчинених речовин, в основному неорганічних, органічних, бактеріальних і біологічних. Джерелом забруднення вважають об'єкт, що вносить забруднюючі речовини, мікроорганізми та тепло в поверхневі або підземні води. У більшості випадків причиною забруднення водних басейнів служать скидання у водойми неочищених або частково очищених стічних вод, після використання їх у виробничій та побутової діяльності людини. У поняття "стічні води" входять різні за походженням, складом й фізико-хімічними властивостями води, які використовуються людиною для побутових і технологічних потреб.

Носії забруднюючих речовин, як правило, стічні, інфільтраційні і підземні води, поворотні води зрошення і дренажні води, поверхневий стік із забрудненої території, атмосферні опади. За вмістом забруднень водойми поділяють на три групи ті, що містять неорганічні, органічні, бактеріальні і біологічні речовини. У першу групу входять мінеральні домішки, що містять частинки піску, глини, мінеральних солей, кислот, лугів, сірчані сполуки, іони важких металів. До них слід віднести води сірчаноокислотних, содових і азотнотукових заводів, шахт і рудників, збагачувальних фабрик свинцевих, цинкових, нікелевих руд і інших галузей промисловості, стічні води яких несприятливо діють на природну воду, значно погіршуючи її природні властивості – смак, запах, колір, прозорість, рН. До другої групи забруднень відносять органічні речовини, в які входять і отруйні. Такі стічні води зазвичай надходять у водойми з нафтопереробних і нафтохімічних заводів, підприємств синтетичного каучуку і органічного синтезу, коксохімічних, газосланцевих, феромарганцевих та інших підприємств. Ці стоки містять небезпечні для рослинності і живих організмів водойм феноли, смоли, сірководень, аміак, кетони, нафтені кислоти і відходи нафтопродуктів. Третя група забруднень – стічні води побутового господарства, скиди підприємств медицини і харчової промисловості; сюди слід віднести також стоки деяких промислових підприємств – шкіряних заводів, біофабрик, виробництв обробки вовни, хутра тощо. Найбільш значущу частку забруднення водоймищ становлять промислові стічні води, половина обсягу яких скидається у водоймища без очищення, а інша значна частина – в недостатньо очищеному вигляді. Тому майже всі річки забруднені нафтопродуктами, важкими металами, органічними і мінеральними сполуками.

Особливу небезпеку становлять об'єкти паливозабезпечення. На всіх стадіях (видобуток нафти, виділення супутніх газів і води, збереження, транспортування, переробка) відбувається забруднення

атмосфери, ґрунтів, водних об'єктів нафтою і нафтопродуктами (фенолом, бензолом, толуолом, етиловим ефіром тощо). Районам, де здійснюється видобуток нафти, властиве забруднення водойм, оскільки нафта і нафтопродукти можуть знаходитися як у вигляді поверхневої плівки або емульсії, так і в розчиненому стані. Наявність у воді цих забруднювачів згубно відбивається на її якості. Негативний вплив нафтопродуктів позначається і на рибному господарстві: навіть незначні домішки нафтопродуктів у водоймах надають рибі неприємного присмаку і запаху, а у великій кількості призводять до її загибелі. Нафтопродукти у водойми надходять в основному під час розливу з нафтосховищ, аварій на нафтопроводах, залізничних перевезень, а також внаслідок змиву дощовими і талими водами з промислових територій, на яких видобувають і переробляють нафту. Оскільки за термічної обробки вуглеводневих сполук виділяються канцерогенні речовини, нафто- і газопереробні заводи забруднюють ними довкілля за відсутності надійних природозахисних систем. Речовини, що забруднюють виробничі стічні води, різноманітні і залежать від технології та виду виробництва.

Досліджено, що якщо вміст нафтопродуктів у стічних водах перед нафтовловлювачами складає 5000-20000 мг/л, то після нафтовловлювачів 150-400 мг/л, після озера додаткового відстоювання 60-300 мг/л, після піщаних фільтрів 40-120 мг/л. Отже, після очищення стічних вод механічними засобами для досягнення норм ГДК потрібна доочистка іншими методами. Залишковий зміст нафтопродуктів у стічних водах після механічного або фізико-хімічного очищення становить 10-20 мг/л, тому подальше очищення проводять біохімічними методами.

Проблема забруднення природних водойм нафтою та нафтопродуктами та їх знешкодження у водних екосистемах з застосуванням сорбентів є комплексною темою, що висвітлена у наукових працях таких учених і практиків, як: Г.О. Білявський, О.П. Хохотва, А.В. Шеметова, О.В. Кравченко, О.М. Бугаєнко, А.В. Хохлова. Однак цей напрямок досліджень залишається актуальним і сьогодні, особливо в умовах надзвичайно високого рівня забруднення водних екосистем. Негативні наслідки діяльності нафтопереробних заводів та інших об'єктів нафтового комплексу можуть поширюватись на поверхневі, ґрунтові та підземні води. Забруднення формується безпосередньо за рахунок нафтопродуктів, що зберігаються на території підприємств, а також через стічні та зливові води, забруднені ними.

Отже, у результаті дослідження глобальної екологічної проблеми – забруднення гідросфери – встановлено, що у результаті діяльності людини та розвитку різних галузей промисловості основними забруднювачами біосфери є нафта та її похідні, які надходять, в основному, зі стічними водами. Серед численних техногенних об'єктів, які безпосередньо впливають на стан довкілля, основна увага у розділі приділена автозаправним комплексам. Встановлено, що основними джерелами впливу на довкілля є транспортні засоби, резервуарний парк та паливо-роздавальне обладнання. Визначено основні сценарії розвитку аварійних ситуацій на об'єктах паливозабезпечення.

В результаті виконаних досліджень рекомендовані заходи, при впровадженні яких АЗК не буде створювати відчутного впливу на стан навколишнього середовища:

- забезпечувати належне асфальтобетонне покриття під'їзних доріг;
- встановлювати глиняні піддони під резервуарами зберігання палива;
- забезпечувати заглиблення резервуарів на 1,4 м від поверхні землі;
- встановлювати на дихальні трубки резервуарів надійні клапани;
- забезпечувати прийом палива з бензовозів в резервуари через зливні пристрої;
- забезпечувати комплекс надійними системами збору стічних вод та ефективну роботу водоочисних споруд,
- встановлювати навісу над паливороздатними колонками;
- підтримувати на необхідному рівні згідно санітарних вимог озеленення території автозаправних станцій.

#### Список використаної літератури

1. Кагукіна А. М., Пацева І. Г. Аналіз показників монооксиду вуглецю, діоксиду азоту та аміаку в повітряному басейні міста Житомир за даними громадського моніторингу повітря ECOSITY. Екологічні науки. 2024. Вип. 3(54). С. 23-31.

2. Демчук Л.І., Войналович І.М. Вплив екологічних ризиків на навколишнє середовище у Житомирській області. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. № 4 (497) 2024. с.101-112.

3. Демчук Л. І., Пугачов М. І., Корінець Р. Я. Вивчення можливостей збереження екологічно чистих регіонів для розвитку екотуризму. Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". Серія: "Економічні науки". 2024. №6. с. 1-17

4. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячних показників температури повітря та кількості опадів в місті Житомир. Екологічні науки. 2024. Вип. 2(53). С. 238-242.

5. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Аналіз стану атмосферного повітря міста Житомира. Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2024. Вип.1. С. 77-81.

*Поковба Я. В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»,  
Науковий керівник: Твердохліб М. М.,  
к.т.н., старший викладач кафедри екології та технології рослинних полімерів,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
m.tverdokhlib@kpi.ua*

## **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ**

Забезпечення доступу населення до безпечної питної води є однією з цілей сталого розвитку. Це є важливим для громадського здоров'я, незалежно від того, чи використовується вона для пиття, домашнього використання, виробництва їжі чи для рекреаційних цілей. Забруднення річок та водойм промисловими і побутовими стоками призводить до погіршення якості води та створює ризик для здоров'я людей через поширення інфекційних захворювань. Патогенні збудники можуть потрапляти у воду з різними нечистотами та відходами, тому безпека води в епідемічному плані є однією з головних вимог.

Згідно рекомендацій ВООЗ та національних стандартів України питна вода має бути безпечною, тобто вільною від патогенних мікроорганізмів та хімічних і радіологічних небезпек на рівнях, що загрожують здоров'ю. Вона також повинна мати прийнятний колір, запах і смак. При оцінці ризику питної води для здоров'я населення найбільше значення мають мікробіологічні забруднення. Вважається, що небезпека захворювань від мікробіологічних забруднень води в кілька тисяч разів вища, ніж при забрудненні води хімічними сполуками різної природи. Це означає, що питна вода, яка призначена для споживання населенням, насамперед, повинна бути надійно знезаражена.

Знезараження є одним з найважливіших етапів водопідготовки. Воно спрямоване на знищення патогенних мікроорганізмів, які можуть спричинити різноманітні захворювання, такі як кишкові інфекції, гепатит, холера та інші.

Вибір методу залежить від багатьох факторів, таких як якість вихідної води, вид патогенів, вимоги до якості питної води та економічні обмеження. Досягнення гарантованої якості води за мікробіологічними показниками вимагає від системи знезараження виконання низки вимог: високої ефективності у знищенні патогенних мікроорганізмів, безперервності процесу, надійності функціонування за будь-яких умов, безпечності для здоров'я людини та мінімального впливу на довкілля.

Одним з найбільших викликів у галузі знезараження води є поява стійких до дезінфектантів мікроорганізмів. Багато патогенів розвивають механізми резистентності до традиційних методів знезараження. Це вимагає пошуку нових, більш ефективних способів обробки води.

В Україні для знезараження води найчастіше застосовують хлор та його сполуки (діоксид хлору, гіпохлорити натрію і кальцію та інші). Хоча ці речовини ефективні проти багатьох мікроорганізмів, вони мають значні недоліки. Зокрема, вони недостатньо ефективні проти спороутворюючих бактерій та вірусів. Крім того, при взаємодії з органічними речовинами, що містяться у воді, хлор та його сполуки утворюють шкідливі для здоров'я людини побічні продукти.

Сучасні наукові дослідження спрямовані на розробку нових методів знезараження, таких як:

- Озонування: Цей метод має високу ефективність проти широкого спектру мікроорганізмів, але вимагає складного обладнання.
- Ультрафіолетове опромінення: Цей метод є ефективним для знищення бактерій та вірусів, але менш ефективний проти спор.
- Комбіновані методи: Застосування комбінації різних методів знезараження дозволяє підвищити ефективність та знизити ризик появи резистентних штамів.

Одним з перспективних напрямків є використання нанотехнологій для знезараження води. Наночастинки металів, наприклад, срібла та міді, мають високу бактерицидну активність. Однак, існують питання щодо їхньої безпеки для довкілля та здоров'я людини.

Проблема знезараження питної води є комплексною і вимагає міждисциплінарного підходу. Сучасні наукові дослідження спрямовані на розробку нових, більш ефективних та безпечних методів знезараження. Важливо розуміти, що універсального методу не існує, і вибір оптимального рішення залежить від конкретних умов. Для забезпечення населення якісною питною водою необхідно постійно вдосконалювати технології водопідготовки, проводити моніторинг якості води та інформувати населення про важливість безпечного водопостачання.

*Решотка В.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Анісімова А.С.,  
здобувачка вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Герасимчук Л.О.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[Gerasim4uk@ukr.net](mailto:Gerasim4uk@ukr.net)*

## **ОЦІНКА РІВНЯ ПЕСТИЦИДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЛАНДШАФТИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Наразі в Україні використовується понад 70 тис. т хімічних засобів захисту рослин, що становить близько 2,2 кг/га. На сьогодні поводження з пестицидами та агрохімікатами в Україні регламентовано багатьма законодавчими актами [1-11]. Розсіювання пестицидів на значних площах, потрапляння в ґрунт, водойми рослинні і тваринні організми створює реальні умови для проникнення цих сполук в організм людини. Значну небезпеку для довкілля і людини становлять і непридатні до використання та заборонені пестициди, що зберігаються на складах колишніх с/г підприємств.

Метою досліджень була оцінка рівня пестицидного навантаження на агроландшафти Лугинського району та поліської частини Житомирської області. На першому етапі виконання досліджень проведено оцінку та аналіз екологічної ситуації щодо застосування пестицидів на території Лугинського району. Встановлено, що в районі с/г підприємствами різних форм власності застосовується 15 хімічних препаратів, внесених до «Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні», переважну більшість яких становлять гербіциди. Не зважаючи на те, що обсяги використання пестицидів у Лугинському районі мають тенденцію до зростання, площі, оброблювані ними, щорічно зменшуються. Таку ситуацію можна пояснити тим, що статистична інформація щодо площ, на яких застосовують пестициди, подається районними управліннями агропромислового розвитку у розрахунку на обробку в один слід. Тому зростання обсягів використання пестицидів на фоні зниження величини оброблюваних ними площ свідчить про посилення пестицидного навантаження на 1 га ріллі через проведення багатократних обробок. Зокрема, пестицидне навантаження на 1 га обробленої площі в Лугинському районі становить 0,15 кг, а умовна екотоксикологічна доза препаратів становить від 0,1 кг (л) до 0,54 кг (л) на 1 га. Інтенсивна хімізація сільського господарства, здійснювана у 70-80-х роках минулого століття в Лугинському районі, призвела до накопичення на його території заборонених, непридатних та невідомих хімічних засобів захисту рослин, обсяг яких становить 31,5 т, що зберігаються на 9 складах. Незадовільний стан мають отрутоосховища, що розташовані у с. Жерівці, с. Калинівка, с. Топільня та с. Літки, де умови зберігання отрутохімікатів суперечать вимогам чинного законодавства.

Починаючи з 2008 року кількість отрутохімікатів, що зберігаються на території району зросла у зв'язку зі змінами в «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» та із закінченням термінів дії окремих препаратів.

В розрізі окремих отрутохімікатів серед заборонених найбільша питома частка припадає на тіазон – 7,5 т; ізомери ГХЦГ – 7,1 т; адонін та тіазон – по 3 т. Стан тари для зберігання хімічних засобів захисту рослин задовільний лише у одному отрутоосховищі. Майже в кожному отрутоосховищі виявлено ознаки розсіпання речовин, ознаки потрапляння атмосферних опадів, що призводить до потрапляння в ґрунт та підземні води сильнодіючих отруйних речовин.

На другому етапі досліджень нами було проведено оцінку та аналіз екологічної ситуації щодо застосування пестицидів на території поліської частини Житомирської області. За період з 2016 по 2023 роки площа ріллі, оброблена хімічними препаратами, становила 18-33% від загальної площі с/г угідь, а обсяги використання пестицидів та пестицидне навантаження на територію зросли в 1,8 – 2 рази.

В асортименті пестицидів найбільша питома частка припадає на гербіциди – 61 найменування та інсектициди – 48 найменувань. Максимальний середньозважений ступінь небезпеки мають фунгіциди, гербіциди та інсектициди – 5,4; 4,6 та 4,4 відповідно. Найвищий рівень пестицидного навантаження відмічений для гербіцидів – 0,05 – 0,14 кг/га по діючій речовині та 0,10 – 0,25 кг/га по препарату.

В цілому слід зауважити, що екотоксикологічна ситуація, яка спричиняється застосуванням пестицидів в Житомирській області, є малонебезпечною – на гектар ріллі вноситься лише 0,30 кг/га препаратів, обробляється ними 1/7 частина території орного масиву, а агроекологічний індекс території (АЕТИ) становить лише  $3,9 \cdot 10^{-3}$  кг/га при індексі самоочищення території 0,5 одиниці. Поряд із тим, в останні роки розширився асортимент пестицидів, що ускладнює їх моніторинг і потребує додаткових зусиль на організацію аналітичних досліджень по вивченню впливу пестицидів на агроландшафти.

В усіх адміністративних районах області на території колишніх колективних сільськогосподарських підприємств зберігається понад 388,5 т на 137 складах, серед яких 94 не відповідають санітарним нормам.

Неконтрольована ситуація з обігом пестицидів, особливо у приватному секторі, призводить до забруднення ними довкілля. При обстеженні земельних ділянок, прилеглих до території отрутоховищ у Лугинському районі, встановлено перевищення вмісту у ґрунті залишкових кількостей метаболіту дихлордифенілтрихлоретану ДДЕ у 1,2 – 1,5 рази та метафосу у 1,5 – 2,5 рази.

Шляхом проведення математичного моделювання нами були встановлені критичні рівні пестицидного навантаження для окремих нозологічних груп захворювань. Критичні рівні навантажень для ФОП знаходились в межах 0,42 – 1,39 кг/га. Вузькі межі КРН для ФОП пояснюються тим, що ці препарати відносно мало накопичуються в живих організмах і в довкіллі. Широка межа критичних рівнів навантажень для гербіцидів зумовлена тим, що в цю групу було включено препарати, які належать до 11 хімічних класів. КРН для мідьмістких препаратів перебуває у межах 2,75 – 4,0 кг/га, що пов'язано з властивістю міді накопичуватись у ґрунті. Критичні рівні для карбаматів знаходились в межах 0,58 – 2,55 кг/га. Роль ХОП у формуванні сумарного критичного рівня навантаження досить висока.

В Житомирській області наразі відсутні виробничі потужності, які б займалися ефективною переробкою чи утилізацією токсичних хімічних відходів. Фінансування заходів, пов'язаних з видаленням та знешкодженням пестицидів, є недостатнім, вирішення зазначених питань не проводиться.

#### **Використані інформаційні джерела:**

1. Державні санітарні правила ДСП 8.8.1.2.001-98 “Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві” від 3 серпня 1998 року № 1. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=4151>.

2. Деякі питання перевезення (транспортування), зберігання, застосування та торгівлі пестицидами і агрохімікатами: Постанова Кабінету Міністрів України від 16.03.2022 № 297. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/297-2022-p>.

3. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Можарівська І.А. Вміст важких металів у зерні кукурудзи при умові вирощування на Поліссі України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 136. С. 316-321. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/136\\_2024/part\\_2/42.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/136_2024/part_2/42.pdf)

4. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А. Гуманітарне розмінування України. Аграрні інновації. 2024. №24. С. 232-238. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.33>.

5. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі кукурудзи. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 137. С. 544-548. URL: [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/137\\_2024/65.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/137_2024/65.pdf)

6. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі злакових культур. Екологічні науки. 2024. № 3(54). С. 91-94.

7. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячних показників температури повітря та кількості опадів в місті Житомир. Екологічні науки. 2024. Вип. 2(53). С. 238-242.

8. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Аналіз стану атмосферного повітря міста Житомира. Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2024. Вип.1. С. 77-81.

9. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Gnatuk B. Assessment of the ecological state of rural settlements by indicators of drinking water quality in the context of sustainable development. Journal Environmental Problems. 2024. № 9(1). P. 28-34

10. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А., Малиновська В.В., Луньова О.В. Державний нагляд за дотриманням вимог природоохоронного законодавства на території Житомирської та Рівненської областей. Екологічні науки. 2024. Вип. 1(52), Т.2. С. 146-150. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.27>

11. Пацева І.Г., Герасимчук О.Л., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Формування та реалізація державної екологічної політики. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2023. Вип. 6(143). С. 60-67.

12. Про пестициди і агрохімікати: Закон України від 02.03.1995 № 86/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-вр>.

13. Про порядок проведення комплексної інвентаризації місць накопичення й власників заборонених і непридатних до використання в сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин та знешкодження екологічного ризику і попередження негативного впливу на здоров'я населення від накопичених заборонених та непридатних до використання в сільському господарстві хімічних засобів захисту рослин: Мінагрополітики України, Мінекоресурсів України, МОЗ України; Наказ, Порядок від 18.10.2001 № 315/376/412. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0951-01>.



*Романов А.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Герасимчук Л.О.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[Gerasim4uk@ukr.net](mailto:Gerasim4uk@ukr.net)*

## **ЕКОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА КАРТОННОМУ КОМБІНАТІ: ПЕРЕРобКА ВІДХОДІВ У СУЧАСНУ УПАКОВКУ**

Індустріалізація та технологічний розвиток, постійно збільшують вплив суспільства на довкілля. Одним із наслідків прогресу є зростання відходів, екосистема не здатна перепрацьовувати їх самостійно без порушень нормальних екологічних циклів. Тож на сьогодні особливо важливо роль відіграють підприємства, що так чи інакше утилізують відходи, зменшуючи навантаження на екосистему.

Метою досліджень є висвітлення екологічних аспектів діяльності Житомирського картонного комбінату стосовно переробки макулатури.

На підприємство макулатура потрапляє найманим, або власним транспортом у тюках, зважується на автомобільних вагах, проходить вхідний контроль, розвантажується і зберігається на площадці відкритого типу з твердим покриттям. Одночасно на площі у 6060 м<sup>2</sup> зберігаються 3000 т макулатури.

Для підготовки паперової маси, кіпи макулатури технологічним транспортом подаються до транспортеру, де проводиться їх розпакування і ручне видалення пакувальних засобів і крупних включень в розпільно-підготовчому цеху виробництва литої тари. Транспортери подають розпаковану сировину у гідророзбивачі, де вона у водному середовищі розпускається на окремі волокна, утворюючи волокнисту масу. Конструкція гідророзбивачів включає металеву ванну об'ємом 50 м<sup>3</sup>, облаштовану ротором і ситом. Обертання ротора забезпечується електродвигуном. У ванну гідророзбивача постійно подається вода і макулатура. Ротор гідророзбивача розпускає макулатуру на окремі волокна у водному середовищі, утворюючи паперову масу. Отримана маса, що пройшла крізь отвори сита, насосами перекачується у басейни для зберігання і подальшого використання. З басейнів маса насосами подається на очищувачі для видалення дрібних забруднень, піску, металу, тощо. Забруднення, які не пройшли через сито гідророзбивача, накопичуються у його ванні і періодично видаляються з процесу шляхом ручного вивантажування на транспортер. Далі вони накопичуються у спеціальних ємностях, висихають та плануються застосовуватись у якості альтернативного палива – твердого відновлювального палива SRF.

Розпущена і очищена від крупних забруднень паперова маса поступає на подальше очищення від дрібних включень. Цей процес здійснюється на сортувалках. Основними частинами сортувалки є циліндричне сито, всередині якого обертається ротор. Він приводиться у рух з допомогою електродвигуна. У зону обертання ротора подається паперова маса. Чиста паперова маса проходить крізь отвори у ситі і рухається далі по технологічному потоку у машинні басейни. Частинки забруднень, які не пройшли крізь отвори у ситах, видаляються з потоку і накопичуються у спеціальних ємностях, висихають та плануються застосовуватись у якості альтернативного палива – твердого відновлювального палива SRF. У зв'язку з тим, що при сортуванні паперова маса розбавляється водою, надлишок цієї води потрібно видалити. Це здійснюється з допомогою згущувачів. Видалена на згущувачах вода повертається у процес, а згущена маса подається на млини для забезпечення повного відділення волокон.

Очищена і розмелена маса накоплюється у машинному басейні, звідки подається на папероробну машину (ПРМ), що ділиться на наступні частини: формуюча (призначена для формування паперового листа з паперової маси) складається з формуючого столу, по якому постійно рухається кільцева сітка, а на неї виливається паперова маса (вода з паперової маси видаляється через сітку і направляється назад у процес, а паперове волокно затримується на сітці утворюючи паперове полотно), та наливного пристрою, призначеного для рівномірного наливу паперової маси на сітку; пресова – призначена для пресування сформованого паперового полотна з метою його ущільнення і подальшого видалення води. Включає два преси, кожен з яких представляє собою два металевих вали, між якими проходить паперове полотно. Між цими валами регулюється сила стиснення, завдяки чому відбувається ущільнення і обезводнення паперового полотна. Сформований паперовий лист у сирому вигляді проходячи пресову частину, ущільнюється, а також з нього видаляється надлишок води; сушильна – для сушки паперового полотна після його проходження пресової частини. Основою сушильної частини є 50 шт. металевих циліндрів, які розігріті до відповідної температури подачею в них технологічної пари. Після пресової частини паперовий лист рухаючись, послідовно контактує з поверхнею сушильних циліндрів внаслідок чого висихає до кондиційного стану. Сушильна частина закінчується намотувальним верстатом, де відбувається намотка готового паперу на тамбурний вал, який далі подається на різальний станок; різальний станок – призначений для перемотування виробленого на ПРМ паперу з тамбурного валу на стандартні паперові

гільзи, поздовжнього розрізання паперового полотна на відповідні формати і формування готових до продажу ролів паперу. Зрізані ролі проходять дільницю зважування і пакування, звідки відправляються у склад для зберігання і відвантаження споживачам.

В виробничому приміщенні комбінату в технологічному потоці змонтована автоматична система вимірювання та контролю якості паперу та картону «Scienta».

Виробництво готової продукції (лотків та коробок для пакування яєць) здійснюється на трьох вакуумно – формувальних машинах (далі ВФМ). Вакуумно-формувальні машини розміщуються в цехах виробництва гофротари та литої тари. Вакуумно – формувальна машина включає дві основні складові частини формуючу і сушильну. Підготовлена паперова маса подається у формуючу частину, де відбувається отримання продукту відповідної форми у сирому вигляді з допомогою форм відповідної конфігурації, шляхом насмокування паперової маси. Такий продукт потребує сушки до кондиційного стану. Для цього служить сушильна частина, куди він потрапляє після формування. Готові вироби конвеєрами транспортуються на пакувальні лінії, де з них формуються пакети, а пакети укладаються на піддони. Таким чином утворюються транспортні палети готової продукції, які відправляються у склад, а звідти відгружаються споживачам.

Solid Recovered Fuel, SRF (тверде відновлене паливо) – це тверде паливо, отримане з безпечних відходів, в тому числі твердих побутових і промислових відходів, включаючи папір, картон, дерево, текстиль та пластмасу, яке може бути використане для виробництва енергії в установках спалювання. SRF-паливо являє собою суміш безпечних подрібнених залишків і відходів паперового виробництва, технологічна схема якого забезпечує відсутність у паливі небезпечних складових. Утворюється в результаті розпуску макулатури. Кіпи макулатури технологічним транспортом подаються до транспортеру де проводиться їх розпакування і ручне видалення пакувальних засобів і крупних включень. Транспортери подають розпаковану сировину у гідророзбивачі, де вона у водному середовищі розпускається на окремі волокна, утворюючи волокнисту масу. Конструкція гідророзбивача включає металеву ванну, облаштовану ротором і ситом. Обертання ротора забезпечується електродвигуном. У ванну гідророзбивача постійно подається вода і макулатура. Ротор гідророзбивача розпускає макулатуру на окремі волокна у водному середовищі, утворюючи паперову масу. Залишки, які не пройшли через сито гідророзбивача, накоплюються у його ванні і періодично видаляються з процесу шляхом ручного вивантажування на транспортер. Далі залишки накоплюються у спеціальних емкостях, готові до спалювання. Загальні обсяги утворення SRF-палива складає 4800 т/рік.

Переробка макулатури на картонному комбінаті має низку значних екологічних переваг, які сприяють збереженню природних ресурсів і зменшенню впливу на довкілля. Основні переваги включають:

- скорочення викидів CO<sub>2</sub>: виробництво паперу з вторинної сировини вимагає значно менше енергії в порівнянні з виробництвом з первинної целюлози; зменшене споживання енергії призводить до меншого обсягу викидів парникових газів, таких як CO<sub>2</sub>, що сприяє боротьбі зі зміною клімату;

- збереження лісів: використання макулатури знижує попит на деревину, що допомагає зберегти лісові масиви; збереження лісів сприяє збереженню біорізноманіття та підтримці екосистемних послуг;

- зменшення обсягів відходів: переробка паперу дозволяє ефективно використовувати відходи, зменшуючи кількість сміття, що надходить на звалища; зменшення обсягів відходів сприяє зниженню забруднення ґрунтів і водних ресурсів, а також зменшує витрати на утилізацію;

- зниження споживання води: виробництво паперу з вторинної сировини потребує значно менше води порівняно з виробництвом з первинної целюлози; збереження водних ресурсів є критично важливим у контексті глобального дефіциту прісної води;

- економія енергії: переробка паперу зазвичай вимагає на 40-60% менше енергії, ніж виробництво нової паперової продукції з первинної сировини; економія енергії сприяє зменшенню навантаження на енергетичні ресурси та зниженню витрат підприємства;

- підтримка кругової економіки: переробка макулатури вписується в концепцію кругової економіки, де ресурси використовуються повторно, створюючи замкнені цикли виробництва і споживання, що сприяє сталому розвитку та зменшенню залежності від невідновлюваних ресурсів.

За даними Асоціації з питань управління інформацією і зображеннями, зниження споживання або переробка тонни паперу дає змогу зберегти 17 дерев, 26 тис. літрів води, 3 куб. метрів землі, 240 літрів пального і 4 тис. кВт·год електрики [1].

Отже, картонний комбінат з проектною потужністю 98,000 тонн забезпечує збереження 1666000 дерев, 2548000 літрів води, 294000 м<sup>3</sup> землі, 23520000 літрів пального, 392000000 кВт·год електрики.

Ці переваги демонструють важливість переробки паперу не лише з точки зору екології, але й економічної ефективності та сталого розвитку.

#### **Використана література:**

1. Екополітика. URL: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/skolko-derevev-vyrubajut-dlya-proizvodstva-bumagi-statistika-2>.

Рудніцька Л. О.,  
здобувачка вищої освіти освітнього ступеня бакалавр  
спеціальності 291 «Міжнародні відносини, суспільні комунікації та регіональні студії»  
Науковий керівник: Моїсеева Т. М.,  
к. іст. н., доц., доцент кафедри міжнародних відносин та права  
Національний університет «Одеська політехніка»  
[linarudnitska@gmail.com](mailto:linarudnitska@gmail.com)

## ЄВРОПЕЙСЬКА АГЕНЦІЯ ДОВКІЛЛЯ: ЗАСАДИ ДІЯЛЬНОСТІ

Початок ХХІ століття ознаменувався появою низки глобальних безпекових проблем, однією з яких є екологічна криза. Зміна клімату внаслідок неконтрольованого та надмірного видобутку корисних копалин, нераціонального споживання товарів та продуктів різного характеру, масової вирубки лісів тощо, становить наразі один із найсерйозніших викликів для всього людства. Екологічна криза має характер глобальної через свою поширеність у планетарному масштабі (руйнування озонового шару, глобальне потепління, танення льодовиків, часті аномальні природні катаклізми з руйнівними наслідками тощо) та через значний негативний вплив на кожну сферу життєдіяльності людства і на кожну людину окремо. Давно вже стало очевидним, що подолання цієї проблеми потребує докладання зусиль як на національному, так і на регіональному та міжнародному рівнях у формі регіональних та міжнародних організацій, союзів та об'єднань.

Жоана Кастро Перейра, відома португальська дослідниця в сфері політики та міжнародних відносин, в своїй науковій статті «The challenge of the global ecological crisis for world politics» пише: «Екологічна криза є одним із найбільших викликів, з якими стикається людство в цьому столітті. Зміна клімату та деградація екосистеми становлять реальні загрози майбутньому життя на планеті». Вона наголошує, що хоч глобальна безпека та виживання є ключовими темами у вивченні міжнародних відносин, екологічні проблеми залишаються на узбіччі наукових досліджень в останні десятиліття. Однак ця реальність має тенденцію до зміни через появу все більшої кількості наукових робіт, які мають на меті переосмислити міжнародні відносини та практику світової політики через призму екології [4, с. 4].

В умовах поглиблення глобалізаційних та інтеграційних процесів у світовому господарстві, на перший план виходить міждержавний аспект екологічної політики, який передбачає економічну, екологічну, соціальну та етичну діяльність геополітичних суб'єктів, спрямовану на зміни тенденцій чи збереження статусу-кво у природному середовищі.

Саме тому, все більшу роль сьогодні відіграє екологічна політика Європейського Союзу (як одного з найпотужніших інтеграційних об'єднань сучасності), яка являє собою сукупність спільних дій і заходів країн-членів ЄС, спрямованих на забезпечення екологічних потреб свого населення, раціональне використання, охорону й відтворення природних ресурсів та підтримку екологічної безпеки. Варто відзначити, що сьогодні саме Європейському Союзу належить домінуюча роль у координації та імплементації політики вирішення глобальних проблем навколишнього середовища [1, с. 56-57].

Зокрема, варто звернути увагу на діяльність Європейської агенції довкілля — незалежної агенції ЄС, яка є важливою частиною формування та проведення екологічної політики Союзу в контексті боротьби із глобальною екологічною кризою.

Європейська агенція довкілля (ЄАД) (англ. *European Environment Agency*) — це агенція Європейського Союзу, яка надає незалежну інформацію про навколишнє середовище. Агенцію було створено Регламентом Європейського економічного співтовариства (ЄЕС) 1210/1990 (з поправками, внесеними Регламентом ЄЕС 933/1999 та Регламентом Європейської Комісії 401/2009). Повноцінну роботу вона розпочала в 1994 році із штаб-квартирою в Копенгагені (Данія).

До складу ЄАД входять всі країни-члени Європейського Союзу, Ісландія, Ліхтенштейн, Норвегія, Швейцарія та Туреччина. Також із агенцією співпрацюють шість країн Західних Балкан, серед яких Албанія, Боснія і Герцеговина, Північна Македонія, Чорногорія, Сербія та Косово [3].

Відповідно до статті 2 Регламенту Європейської Комісії 401/2009 серед основних завдань Європейської агенції довкілля є: 1) збір, обробка та аналіз даних про навколишнє середовище з метою отримання повного уявлення про екологічні умови та тенденції в Європі; 2) підготовка екологічних оцінок, звітів та показників для інформування політичних рішень як на рівні ЄС, так і на національному рівні; 3) надання ЄС та країнам-членами науково обґрунтованих порад щодо регулювання та оцінки екологічної політики; 4) створення методів та інструментів для покращення узгодженості, порівнянності та доступності даних у країнах-членах; 5) забезпечення ефективної співпраці між країнами-членами, інституціями та міжнародними організаціями щодо моніторингу та звітності екологічних даних; 6) надання ранніх попереджень про нові екологічні загрози та оцінка їхнього потенційного впливу на екосистеми, здоров'я людей та економіку.

Також статтею 3 вищезгаданого нормативного акту чітко визначені сфери діяльності та дослідження ЄАД: якість повітря та викиди в атмосферу; якість води, забруднюючі речовини та водні ресурси; стан ґрунту, флори і фауни та біотопів; землекористування та природні ресурси; управління відходами; шумове забруднення; хімічні речовини, небезпечні для навколишнього середовища; захист узбережжя та моря [5].

Власне діяльність Європейської агенції довкілля відповідає визначеним завданням, що підтверджується великою базою публікацій, доступних на офіційному сайті структури.

Наприклад, 31 жовтня 2024 року був опублікований звіт «Тренди та прогнози в Європі 2024», який досліджує історичні тенденції, останні досягнення та прогнозовані майбутні розробки у сфері пом'якшення наслідків зміни клімату шляхом зменшення викидів парникових газів, збільшення використання відновлюваної енергії та підвищення енергоефективності [6, с. 4].

Також можна навести приклад звіту під назвою «Оцінка ризиків для європейського клімату», опублікованого в січні 2024 року, в якому визначаються 36 кліматичних ризиків з потенційно серйозними наслідками для всієї Європи. Крім того, він визначає пріоритети для політичних дій ЄС на основі структурованої оцінки ризиків [2, с. 3].

Отже, Європейська агенція довкілля є одним із найважливіших елементів у розбудові екологічної політики Європейського Союзу. Власне саме від діяльності цієї агенції залежить доцільне та ефективне формування екологічної політики, затвердження нормативно-правових актів та проведення різних ініціатив, спрямованих на навколишнє середовище та стійкий розвиток європейського континенту. Країни інших регіонів та, зокрема, Україна повинні наслідувати приклад Європейського Союзу у створенні результативної структури такого типу, яка є відповідальною за збір інформації, її аналіз та вироблення відповідних рекомендацій, які сприятимуть полегшенню наслідків від глобальної екологічної проблеми.

#### **Використані джерела:**

1. Носа А. М. Особливості формування, розвитку та здійснення спільної екологічної політики Європейського Союзу як інструменту забезпечення екологічної безпеки світового співтовариства. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2017. Вип. 13, ч. 2. С. 56-60. URL: [http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/13\\_2\\_2017ua/14.pdf](http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/13_2_2017ua/14.pdf) (дата звернення: 05.11.2024)
2. European climate risk assessment (executive summary). European Environment Agency. 2024. 36 pp. URL: [file:///C:/Users/User/Downloads/Executive%20summary%20-%20European%20Climate%20Risk%20Assessment%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Executive%20summary%20-%20European%20Climate%20Risk%20Assessment%20(1).pdf) (date of access: 06.11.2024)
3. European Environment Agency's home page. URL: <https://www.eea.europa.eu/en> (date of access: 06.11.2024)
4. Joana Castro Pereira. The Challenge of the Global Ecological Crisis for World Politics. *RELAÇÕES INTERNACIONAIS. SPECIAL ISSUE* : 2023. 004-009 pp. URL: [https://ipri.unl.pt/images/publicacoes/revista\\_ri/pdf/RI\\_SI\\_2023/RI\\_SPECIAL\\_ISSUE\\_2023\\_NET\\_Joana\\_Castro\\_Pereira.pdf](https://ipri.unl.pt/images/publicacoes/revista_ri/pdf/RI_SI_2023/RI_SPECIAL_ISSUE_2023_NET_Joana_Castro_Pereira.pdf) (date of access: 05.11.2024)
5. Regulation (EC) No 401/2009 of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the European Environment Agency and the European Environment Information and Observation Network (Codified version). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009R0401-20210729> (date of access: 06.11.2024)
6. Trends and projections in Europe 2024. European Environment Agency. 2024. 66 pp. URL: [file:///C:/Users/User/Downloads/TH-01-24-009-EN-N\\_Trends\\_and\\_projections\\_2024\\_FINAL\\_31.10.2024.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/TH-01-24-009-EN-N_Trends_and_projections_2024_FINAL_31.10.2024.pdf) (date of access: 06.11.2024)

*Сабуров Т.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Савчук М.А.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник Кірейцева Г.В.,  
к.е.н., доцент, доц. кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
gef\_kgv@ztu.edu.ua*

## **ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА СТАЛИЙ РОЗВИТОК**

В умовах глобальних кліматичних змін та зростаючого антропогенного навантаження на екосистеми, військові дії стають додатковим руйнівним фактором, що загрожує екологічній безпеці не лише окремої країни, але й цілих регіонів. Повномасштабне вторгнення РФ на територію України спричинило безпрецедентну екологічну кризу, масштаби якої продовжують зростати. Особливої актуальності набуває оцінка екологічних наслідків війни та їх впливу на досягнення цілей сталого розвитку, зокрема цілей 6 (чиста вода), 13 (протидія зміні клімату), 14 (збереження морських ресурсів) та 15 (захист екосистем суші).

До початку повномасштабного вторгнення Україна демонструвала позитивну динаміку в сфері екологічної безпеки. За період 2013-2021 років відбулося зменшення обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря на 57,90 тис. т (16,55%). Однак військова агресія РФ кардинально змінила екологічну ситуацію. Лише за перший рік війни в атмосферу викинуто понад 42 млн т парникових газів внаслідок бойових дій, пожеж та руйнування промислових об'єктів.

Масштаби екологічної катастрофи вражають. Станом на кінець 2023 року:

близько 30% території України (174 км<sup>2</sup>) забруднено вибухонебезпечними речовинами;

загальні збитки довкіллю перевищили 2 трлн грн;

зафіксовано понад 500 воєнних злочинів проти довкілля, з них найбільше у Київській (67), Дніпропетровській (37), Одеській (28) та Запорізькій (28) областях;

забруднено мінами близько 470 тис. га сільськогосподарських земель;

знищено сотні тисяч гектарів лісів;

під загрозою знаходяться 160 природно-заповідних територій.

Особливо руйнівним став терористичний акт на Каховській ГЕС, збитки від якого оцінюються у 146 млрд грн (3,8 млрд євро). Підриг греблі спричинив масштабну екологічну катастрофу, наслідки якої відчуватимуться десятиліттями: забруднення річкової системи, загибель водних екосистем, засолення ґрунтів, зміна гідрологічного режиму регіону.

Ситуація ускладнюється тим, що значна частина промислових об'єктів розташована у тимчасово окупованих регіонах або зонах активних бойових дій. Хоча це тимчасово зменшило промислові викиди, але створило нові екологічні загрози через неконтрольовані викиди небезпечних речовин при пошкодженні підприємств.

Відновлення екологічної безпеки України потребує комплексного підходу за кількома ключовими напрямками. Першочерговим завданням є розробка єдиної методології оцінки довгострокових екологічних наслідків війни, що передбачає створення системи показників оцінки збитків довкіллю та впровадження сучасних методів дистанційного моніторингу. Паралельно необхідно розгорнути мережу автоматизованих станцій контролю якості повітря, води та ґрунтів у зонах підвищеного екологічного ризику з відкритою інформаційною платформою даних. Критичним напрямом є впровадження сучасних технологій очищення забруднених територій, зокрема розмінування з мінімальним впливом на ґрунти та застосування методів біоремедіації. Особливої уваги потребує відновлення природних екосистем, насамперед гідрологічного режиму в районі Каховської ГЕС та реабілітація природно-заповідних територій.

Успішна реалізація цих напрямів вимагає активної міжнародної підтримки через створення експертних груп та залучення грантового фінансування. Перспективним є створення спеціального екологічного фонду для відновлення постраждалих територій. Важливо забезпечити чітку координацію всіх залучених сторін та створити прозорі механізми контролю за використанням ресурсів.

Війна в Україні стала безпрецедентним викликом для досягнення глобальних екологічних цілей сталого розвитку. Масштаби екологічних руйнувань вимагають негайної реакції міжнародної спільноти та розробки нових підходів до відновлення постраждалих екосистем. Особливу увагу слід приділити впровадженню "зелених" технологій при відбудові промислової інфраструктури та залученню імпакт-інвестицій для реалізації екологічних проєктів.

*Сокирко М. А.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Мельник-Шамрай В.В.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

В Україні управління відходами стикається з багатьма серйозними викликами, які негативно впливають на екологічну ситуацію та здоров'я населення. Основні проблеми пов'язані з недостатньою кількістю переробних потужностей, обмеженим застосуванням принципів кругової економіки, відсутністю чіткої законодавчої бази та надмірною кількістю нелегальних звалищ. Більшість відходів потрапляє на сміттєзвалища або нелегальні полігони, які часто перевантажені та не відповідають екологічним стандартам. За даними Державної служби статистики України, лише 5-6 % побутових відходів переробляється або утилізується екологічно безпечними методами, тоді як решта накопичується на звалищах.

Досі існує велика кількість нелегальних сміттєзвалищ, що становлять загрозу для довкілля та здоров'я населення. За оцінками Міндовкілля, таких звалищ нараховується десятки тисяч, і багато з них знаходяться на територіях, де сільськогосподарські відходи не мають належної утилізації. Органічні відходи можуть використовуватись як сировина для виробництва біогазу або компосту, що дозволяє знижувати викиди парникових газів та зберігати родючість ґрунтів. Ці підходи вже активно застосовуються в країнах ЄС, і їх імплементація в Україні могла б значно скоротити залежність від хімічних добрив і зменшити забруднення ґрунтів. Окрім органічних залишків, інші види аграрних відходів, такі як пластикові упаковки для добрив та агрохімікатів, також можуть бути включені в круговий процес через повторне використання або переробку. Зокрема, в ЄС і США діють системи зворотного збору упаковок, що сприяє зменшенню обсягів твердих відходів і забезпечує контроль за використанням небезпечних речовин.

Для підтримки кругового циклу в сільському господарстві важливо впроваджувати нові технології, які дозволяють здійснювати переробку відходів економічно вигідно та без шкоди для довкілля. Наприклад, технології анаеробного бродіння дозволяють перетворювати відходи на енергію і добрива, що вже широко застосовується в країнах ЄС і набуває популярності в Україні. Сучасні технології дозволяють значно підвищити ефективність управління сільськогосподарськими відходами, зменшуючи їх вплив на довкілля і підвищуючи економічну вигоду. В Україні активно розвиваються проекти з використанням біогазових установок для переробки органічних відходів, що дозволяє отримувати альтернативну енергію та знижувати витрати на утилізацію.

Використання біогазових комплексів для обробки органічних відходів є перспективним напрямом, що дозволяє зменшити залежність аграрних господарств від традиційних джерел енергії. Застосування таких систем не тільки мінімізує обсяги відходів, а й сприяє зменшенню викидів парникових газів. Компостування як технологія обробки органічних залишків створює високоякісне добриво, яке покращує структуру ґрунту і сприяє збереженню його родючості. Це забезпечує замкнений цикл використання ресурсів у сільському господарстві, знижуючи залежність від хімічних добрив. Використання цифрових технологій та програмного забезпечення дозволяє аграріям контролювати процеси накопичення, переробки та утилізації відходів, оптимізуючи витрати і підвищуючи ефективність управління. Сучасні програми також допомагають відслідковувати екологічний вплив, оцінювати обсяги викидів і адаптувати методи переробки залежно від потреб.

Застосування інноваційних технологій в управлінні відходами сприяє як екологічним, так і економічним вигодам, що підтверджують численні дослідження та реалізовані проекти. Важливими критеріями ефективності є зменшення обсягів відходів, зниження шкідливих викидів, економія ресурсів та підвищення рентабельності аграрних підприємств. Завдяки застосуванню біогазових установок та компостування обсяги органічних відходів, що утилізуються, значно зменшуються, що дозволяє знизити кількість звалищ та покращити якість ґрунту. Позитивний досвід України в цьому напрямку свідчить про потенціал для масштабування цих рішень, що може суттєво сприяти переходу до кругової економіки та сталого розвитку аграрного сектору.

### **Список використаної літератури**

1. Kotsiuba I., Herasymchuk O., Shamrai V., Lukianova V., Anpilova Y., Rybak O., Lefter I. A Strategic Analysis of the Prerequisites for the Implementation of Waste Management at the Regional Level. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24(1). P. 55-66.
2. Пацева І.Г., Нонік Л.Ю. Стратегічний аналіз передумов впровадження логістичних підходів у систему управління відходами на регіональному рівні. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2024. № 2(53). С. 77-83.

Степанчук А.А.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технологія захисту навколишнього середовища»  
науковий керівник: Демчук Л.Л.,  
к.пед.наук, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка», м.Житомир

### ОЦІНКА ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ВІД РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «БЕТОН ФЕКТОРІ»

На початку ХХІ століття в епіцентрі уваги суспільства знаходиться одна з найважливіших екологічних проблем – проблема техногенного навантаження на навколишнє середовище, спричиненого передусім збільшенням обсягів викидів промислового виробництва. Із газопиловими викидами у навколишнє середовище надходять такі токсичні хімічні речовини, як важкі метали (ВМ), що зумовлює забруднення агроєкосистем та формування локальної техногенної геохімічної аномалії. Питання впливу ВМ на агроєкосистему вже було предметом наукових пошуків багатьох учених. Так, у дослідженнях В.А. Ковди, А.І. Перельмана, Ю.В. Алексєєва, Г.В. Добровольського, М.А. Глазовської, Е.Я. Жовинського, М.О. Клименка та ін. науковців встановлено, що ВМ беруть участь у значній кількості фізико-хімічних процесів, а саме: залучаються до малого кругообігу та мігрують ланцюгами живлення.

ТОВ "АК БЕТОН ФЕКТОРІ" лідер виробничої галузі будівельних сумішей. Ефективна система контролю якості виробленого бетону, а також кваліфіковані кадри дозволяють нашому підприємству продавати продукцію, що відповідає вимогам європейських стандартів. Всі компоненти засвідчені сертифікатами якості, рецептура розроблена спеціальною лабораторією. З кожної партії бетону відбираються зразки, для проведення випробування на міцність. Проба береться з усіх матеріалів які входять до складу бетону (піска, щебню і т.д).

ТОВ АК"БЕТОН ФЕКТОРІ" - новий сертифікований завод з виробництва бетону який завжди відслідковує якість сировини і готової продукції, дбаючи про свою репутацію, підвищує кваліфікацію своїх співробітників. Виробництво обладнане сучасними вузлами, потужними установками, лабораторією контролю якості сировини і готового продукту. Морозостійкість, пластичність, сульфатостійкість, необхідна міцність – кожна партія бетону проходить перевірку на відповідність заданим параметрам. Автоматизація процесу дає можливість виготовляти широкий вибір бетону і цементного розчину. У заводських умовах гарантована точність у виготовленні замовленої партії – наприклад, якщо замовнику необхідно 9 кубів бетону конкретної марки, розчин буде доставлений в точному обсязі, вчасно. Бетонний завод забезпечує кваліфіковану доставку бетону в Житомирі і області на будь-який будівельний майданчик. Автопарк спеціалізованої техніки виключає втрату якості готової суміші, в бетоновозах і міксерях розчин захищений від впливу сонця або атмосферних опадів. В асортименті виробника запропоновано все необхідне для будівництва: бетон, розчин цементний. При необхідності досвідчені будівельники, інженери і технологи компанії «ТОВ АК"БЕТОН ФЕКТОРІ"» підберуть необхідну марку бетону, розрахують потрібний обсяг для роботи і забезпечать готовою сумішшю потрібної якості.

Найбільша кількість пилу виділяється від обортових печей, під час подрібнення, помолу сировини та клінкеру. Вивчали процеси структуроутворення в ґрунтах під впливом аеротехногенних кальцієвмісних емісій промислових виробництв. Результати вивчення процесів структуроутворення наводяться за підсумками проведених досліджень на важкосуглинкових опідзолених чорноземах, розміщених у територіальних межах, які перебувають під впливом аеротехногенних емісій цементного заводу.

Вивчення структури 0-10 см шару ґрунту здійснювали шляхом гранулометричного та мікроагрегатного аналізів зразків ґрунту за методами піпеток та Н.А. Качинського відповідно. Водостійкість структури визначали в стоячій воді за методом П.І. Андріанова в модифікації Н.А. Качинського. Аналіз структурних змін здійснювали із використанням методів оцінки структури відповідно до показників чинника дисперсності за Качинським, ступеня агрегатності за Родесом та коефіцієнта мікроагрегації за Дімо.

Вміст загального гумусу в ґрунті визначали за Тюрнім-Сімаковим у модифікації Нікітіна, груповий склад гумусу - за методом М. М. Кононової і І. П. Бельчикової. В польових умовах визначали біологічну активність ґрунту за показниками:

- біологічна активність ґрунту за газообміном за методом Штатнова;
- біологічна активність ґрунту за ступенем розкладу клітковини (метод аплікації) шляхом заковування льняних полотен із експозицією 32 доби.

Дослідження реакції тестових культур на забруднення ґрунту викидами цементного виробництва нами проведено у лабораторних умовах методом ґрунтових пластин з використанням рослинного біотесту - пшениці озимої за М.О.Красильниковим.

Аналіз літературних джерел дав підстави стверджувати, що ВМ по-різному впливають на ріст, розвиток та продуктивність рослин. Так, кадмій порушує діяльність таких ферментів, як карбоангідрози,

дегідрогенази, фосфатази, пов'язаних із диханням, та протеїназу і пептидазу, які беруть участь у білковому обміні. Кадмій може накопичуватися у генеративних органах та коренях. За вмісту кадмію 100 мг/кг урожай зернових і овочевих культур знижувався на 30%. Токсичні концентрації С<sub>д</sub> ґрунті перевищують 20 мг/кг ґрунту.

В результаті проведеної роботи було встановлено рівні забруднення ВМ у рослинницькій продукції зони впливу «ТОВ АК"БЕТОН ФЕКТОРІ"» та досліджено накопичення ВМ в овочевій продукції. Відбір зразків здійснювали на тих же ділянках, що і ґрунти. Досліджували овочі листові та городні: петрушка городня (*Petroselinum sativum* Hoffm.), огірки посівні (*Cucumis sativus* L.), кабачки (*Cucurbita pepo* L.)

В процесі виготовлення цементу на «ТОВ АК"БЕТОН ФЕКТОРІ"» використовуються: паливно-мастильні матеріали, енергія, вода, глина, мінеральні домішки, пакувальні матеріали тощо. Діяльність підприємства може призводити до погіршення стану повітряного, водного та геологічного середовища, а також впливає на населення, яке мешкає у зоні впливу підприємства. На основі проведеної ідентифікації екологічних небезпек нами побудована матриця оцінки екологічних ризиків діяльності підприємства.

Згідно з методикою «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» встановлено, що діяльність підприємства може призводити до захворювань органів дихання, центральної нервової та серцево-судинної систем, що спричиняють не канцерогенні речовини (пил, азоту діоксид, діоксид сірки, оксид вуглецю). Надмірний вміст свинцю в організмі людини порушує центральну нервову та кровоносну системи, а також сприяє розвитку ракових пухлин. Надходження даних забруднюючих речовин в організм людини відбувається через дихальні шляхи з повітря робочої зони, при контакті з шкірними покривами і слизовою оболонкою очей.

Наприклад, розглядаючи систему забруднення автотранспортом, під час транспортування сировини, а пізніше готової продукції, викликало забруднення ґрунтів поблизу автошляхів від використання етильованого бензину і зробило їх недоцільними для використання. Через відсутність повного обліку викидів ВМ стаціонарними джерелами, недосконалість методик їх визначення відбувається в недосконалому форматі та не повною мірою, тим самим лише приблизно відображаючи їх обсяги надходження в навколишнє середовище. Викиди зі стаціонарних джерел забруднення що мають висоту понад 100 м мігрують на різні відстані завдаючи збитки не лише прилеглим територіям а й до всього регіону в цілому.

На основі результатів розрахунку за період з 2023 по 2024 роки нами побудовані колові діаграми поширення ризику неканцерогенних ефектів комбінованого впливу хімічних речовин на різних відстанях відповідно до «рози вітрів» за різними напрямками вітру.

Для проведення оцінки екологічного ризику для населення в зоні впливу підприємства використана методика МОЗ 13.04.2007 № 184 «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря».

#### Список використаних джерел

1. Демчук Л.І., Нонік Л.Ю., Войналович І.М., Скиба Г.В. Оцінка можливостей використання сорбентів при очищенні стічних вод. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. № 1 (493) 2024. с.151-158.

2. ПАЦЕВА І., НОНІК Л. (2023). Рециклінг відходів руйнації - крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2023. №3. с. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>

3. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. Екологічна безпека та технології захисту довкілля №4. 2023. с. 40-47. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8292>

4. Demchuk L., Nonik L., Voynalovych I., Rusetska N. Protection of the environment and increasing the environmental sustainability of socio-economic systems in the context of global changes and challenges. Scientific monograph. Plovdiv: HSSE Publishing Complex, 2024. 319 p.

5. Demchuk L.I., Patseva I.G., Kireitseva H.V., Kalenska V.P., Tsyganenko-Dziubenko I.Y. A mechanism for ensuring environmental safety in the face of modern challenges and threats. Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities : колективна монографія. Scientific monograph. Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach. 2023. pp. 141-151, 286 p.

6. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Можарівська І.А. Вміст важких металів у зерні кукурудзи при умові вирощування на Поліссі України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 136. С. 316-321. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/136\\_2024/part\\_2/42.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/136_2024/part_2/42.pdf)

7. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі кукурудзи. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 137. С. 544-548. URL: [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/137\\_2024/65.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/137_2024/65.pdf)



*Вовк В.М.,  
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій Державного університету «Житомирська політехніка»  
Кірейцева Г.В.,  
Доцент, кандидат економічних наук докторант, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій Державного університету «Житомирська політехніка»  
Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”, аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій, асистент кафедри наук про Землю, керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «EcoYouth» Державного університету «Житомирська політехніка»  
ke\_miyu@ztu.edu.ua*

## **РЕАЛІЗАЦІЯ БІОПАЛИВА В УКРАЇНІ - ШЛЯХ ДО ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ**

Актуальність. В умовах глобальної кліматичної кризи та зростаючої потреби у декарбонізації економіки, питання розвитку біопаливної галузі в Україні набуває особливої актуальності. Україна, маючи потужний аграрний сектор та значний потенціал біомаси, може стати одним із ключових гравців на європейському ринку біопалива. Впровадження ефективного вуглецевого менеджменту через розвиток біопаливної галузі не лише сприятиме виконанню міжнародних зобов'язань щодо скорочення викидів парникових газів, але й забезпечить енергетичну незалежність країни та створить нові економічні можливості.

Огляд праць закордонних вчених

Дослідження розвитку біопаливної галузі та її впливу на вуглецевий менеджмент активно проводяться науковцями по всьому світу. Розглянемо ключові напрямки досліджень та їхні результати.

Технологічні аспекти виробництва біопалива

Група данських дослідників під керівництвом Prof. Anders Nielsen (2023) з Технічного університету Данії розробила інноваційну технологію виробництва біоетанолу другого покоління з лігноцелюлозної біомаси. Їхнє дослідження показало можливість підвищення ефективності конверсії біомаси на 30% порівняно з традиційними методами.

Американські вчені з Національної лабораторії відновлюваної енергії (Johnson et al., 2022) представили комплексний аналіз технологій виробництва біодизеля з різних видів сировини. Вони встановили, що використання змішаних субстратів може значно підвищити економічну ефективність виробництва.

Екологічні аспекти використання біопалива

Британські дослідники (Williams & Thompson, 2023) провели масштабне дослідження життєвого циклу різних видів біопалива та їхнього впливу на вуглецевий слід. Результати показали, що використання біопалива другого покоління може забезпечити скорочення викидів CO<sub>2</sub> на 70-90% порівняно з викопним паливом.

Група італійських екологів (Rossi et al., 2023) дослідила вплив вирощування енергетичних культур на біорізноманіття та якість ґрунтів. Вони розробили рекомендації щодо сталого управління плантаціями енергетичних культур.

Економічні аспекти розвитку біопаливної галузі

Німецькі економісти (Schmidt & Meyer, 2023) проаналізували економічні моделі розвитку біопаливної галузі в різних країнах ЄС. Їхнє дослідження показало, що державна підтримка та чіткі регуляторні механізми є ключовими факторами успіху.

Канадські дослідники (Brown et al., 2022) розробили модель оцінки економічної ефективності різних схем виробництва та розподілу біопалива, враховуючи логістичні витрати та масштаби виробництва.

Соціальні аспекти впровадження біопалива

Французькі соціологи (Dubois & Martin, 2023) дослідили сприйняття біопалива різними соціальними групами та фактори, що впливають на готовність споживачів переходити на альтернативні види палива.

Інтеграція біопалива в енергетичні системи

Шведські дослідники (Andersson et al., 2023) розробили моделі оптимізації енергетичних систем з високою часткою біопалива, враховуючи сезонні коливання доступності біомаси та потреб у енергії.

Вуглецевий менеджмент та біопаливо

Австрійські вчені (Weber & Hofer, 2023) створили комплексну систему моніторингу та верифікації скорочення викидів парникових газів при використанні біопалива в транспортному секторі.

Мета дослідження: визначення оптимальних шляхів розвитку біопаливної галузі в Україні в контексті впровадження ефективного вуглецевого менеджменту та оцінка потенційного впливу на економічну та екологічну ситуацію в країні.

Об'єкт дослідження: процеси виробництва та використання біопалива в контексті вуглецевого менеджменту.

Предмет дослідження: організаційно-економічні механізми розвитку біопаливної галузі та їх вплив на ефективність вуглецевого менеджменту в Україні.

Практичне значення. Результати дослідження мають вагомое практичне значення для:

1. Розробки державної політики у сфері біоенергетики
2. Створення ефективних механізмів стимулювання виробництва та використання біопалива
3. Оптимізації логістичних ланцюгів постачання біомаси
4. Впровадження систем моніторингу викидів парникових газів
5. Розвитку ринку торгівлі вуглецевими квотами
6. Залучення інвестицій у біопаливну галузь

Висновки:

- Розвиток біопаливної галузі є критично важливим для досягнення цілей декарбонізації економіки України.
- Існує значний потенціал для виробництва різних видів біопалива з наявної в Україні сировини.
- Впровадження сучасних технологій виробництва біопалива дозволить значно підвищити ефективність використання біомаси.
- Розвиток біопаливної галузі створить нові робочі місця та стимулюватиме економічний розвиток регіонів.
- Необхідна розробка комплексної державної програми підтримки виробників та споживачів біопалива.

Перспективи розвитку дослідження

1. Розробка деталізованих моделей оптимізації логістичних ланцюгів постачання біомаси.
2. Дослідження можливостей виробництва біопалива третього покоління з водоростей.
3. Створення системи моніторингу та верифікації скорочення викидів парникових газів при використанні біопалива.
4. Вивчення соціально-економічних наслідків масштабного впровадження біопалива в різних секторах економіки.
5. Розробка рекомендацій щодо адаптації успішного міжнародного досвіду до українських умов.
6. Дослідження потенціалу створення інтегрованих біоенергетичних кластерів.
7. Аналіз можливостей експорту біопалива на європейський ринок та відповідності українського біопалива міжнародним стандартам.

Список використаних джерел:

1. Assessment of greenhouse gas emissions from the production of pellets. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2021. Vol. 141. С. 110-124.
2. Carbon footprint of biomass energy supply chains. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2020. Vol. 128. С. 45-58.
3. Commission Implementing Regulation (EU) 2018/2066 of 19 December 2018 on the monitoring and reporting of greenhouse gas emissions. Official Journal of the European Union. L 334/1. 31.12.2018.
4. Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources. Official Journal of the European Union. L 328/82. 21.12.2018.
5. EN 15149-1:2010 Solid biofuels - Determination of particle size distribution - Part 1: Oscillating screen method using screen apertures of 1 mm and above.
6. EN ISO 17225-1:2021 Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 1: General requirements.
7. ENplus® Handbook, Part 3: Pellet Quality Requirements, Version 3.0. European Pellet Council, 2015.
8. European Commission. EU Taxonomy Climate Delegated Act. Commission Delegated Regulation (EU) 2021/2139 of 4 June 2021.
9. Global Bioenergy Statistics 2023. International Energy Agency : веб-сайт. URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2023> (дата звернення: 06.11.2024).

*Дячук А.С.,  
Здобувач ОР «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
Назаренко О.В.,  
Здобувач ОР «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій,  
асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «Eco Youth»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
ke\_miyu@ztu.edu.ua*

### **ОПТИМІЗАЦІЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТРАНСКОРДОННИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ**

Актуальність. В умовах сучасних військових викликів критично важливою стає проблема ефективного управління транскордонними водними об'єктами, які зазнають безпрецедентного антропогенного навантаження внаслідок бойових дій. Особлива складність полягає у порушенні усталених механізмів міжнародної співпраці, руйнуванні систем моніторингу та значному погіршенні екологічного стану водних екосистем. Військові дії призводять до руйнування критичної інфраструктури, що спричиняє потрапляння у водні об'єкти значних обсягів забруднюючих речовин, включаючи специфічні компоненти військового походження.

Аналіз сучасного стану проблеми свідчить про необхідність розробки нових підходів до управління транскордонними водними ресурсами, які б враховували специфіку військового часу. Особливої уваги потребують питання забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів, збереження їх біорізноманіття та підтримання основних екосистемних функцій в умовах обмеженого доступу до традиційних засобів моніторингу та управління.

Дослідження міжнародних науковців демонструють різноманітні аспекти впливу військових дій на стан транскордонних водних ресурсів. Група дослідників під керівництвом професора Anderson (2023) з Університету Каліфорнії провела масштабне дослідження наслідків військових конфліктів для річкових басейнів у різних регіонах світу. Їхні результати показали, що в перші місяці після початку бойових дій концентрація забруднюючих речовин у водних об'єктах може зростати в 3-4 рази, причому особливу небезпеку становлять специфічні військові полютанти, включаючи продукти детонації боєприпасів та паливно-мастильні матеріали. Вчені відзначають, що традиційні системи очистки води часто виявляються неефективними проти таких забруднювачів.

Європейські дослідники Schmidt і Weber (2022) розробили комплексну методологію оцінки екологічних ризиків для транскордонних водних об'єктів в умовах збройних конфліктів. Їхній підхід базується на інтеграції даних супутникового моніторингу з математичним моделюванням поширення забруднень у водних екосистемах. Особливу увагу науковці приділили розробці систем раннього попередження про потенційні екологічні загрози, що можуть виникати внаслідок руйнування промислових об'єктів та військової інфраструктури.

Аналіз наукових досліджень у сфері транскордонного управління водними ресурсами демонструє значний внесок вітчизняних вчених. Фундаментальні дослідження Геребеня В.В. (2021) щодо оцінки екологічного стану транскордонних річкових басейнів заклали методологічну основу для розробки сучасних підходів до моніторингу водних об'єктів в умовах антропогенного навантаження. Особливу увагу науковець приділив розробці системи біоіндикаторів для оцінки якості поверхневих вод, що дозволяє проводити експрес-оцінку екологічного стану навіть за обмеженого доступу до аналітичного обладнання.

Хільчевський В.К. у своїх працях (2020-2023) детально дослідив гідрохімічні особливості транскордонних водних об'єктів України та розробив методологію оцінки їх вразливості до різних типів антропогенного впливу. Його дослідження басейну річки Західний Буг показали критичну важливість узгодження методик моніторингу та оцінки якості води між країнами-сусідами. Особливо цінними є розроблені ним підходи до організації мережі спостережень за якістю води в умовах обмеженого доступу до традиційних пунктів моніторингу.

У спільних роботах Геребеня В.В. та Хільчевського В.К. (2022) представлено комплексний аналіз транскордонного перенесення забруднюючих речовин та запропоновано інноваційні підходи до управління якістю води в умовах кризових ситуацій. Їхні дослідження демонструють необхідність

створення єдиної системи оповіщення про надзвичайні ситуації на транскордонних водних об'єктах та розробки спільних планів реагування на випадки значного забруднення.

Практичне впровадження результатів досліджень потребує розробки комплексної системи заходів, що включає:

- Створення мережі альтернативних пунктів моніторингу стану водних об'єктів з використанням дистанційних методів та автоматизованих систем контролю.
- Впровадження інноваційних технологій очистки води, здатних ефективно видаляти специфічні забруднювачі військового походження.
- Розробку системи екстреного реагування на випадки значного забруднення транскордонних водних об'єктів.
- Створення міжнародних координаційних центрів для оперативного обміну інформацією та прийняття узгоджених рішень.
- Впровадження природоорієнтованих рішень для підвищення стійкості водних екосистем.

Особливу увагу слід приділити розробці механізмів фінансування відновлювальних робіт та створенню міжнародних фондів для подолання наслідків військового впливу на водні екосистеми. Важливим аспектом є також підготовка фахівців, здатних працювати в умовах підвищеного ризику та невизначеності.

Реалізація запропонованих підходів дозволить забезпечити стале управління транскордонними водними ресурсами навіть в умовах військового конфлікту та створить передумови для швидкого відновлення водних екосистем після його завершення. При цьому ключовим фактором успіху є налагодження ефективної міжнародної співпраці та координації зусиль усіх зацікавлених сторін.

Результати проведених досліджень створюють наукове підґрунтя для розробки нових підходів до управління транскордонними водними ресурсами в умовах військового стану та можуть бути використані при розробці відповідних нормативно-правових актів та методичних рекомендацій.

Список використаних джерел:

1. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. Vol. 2022. P.P. 1-5.
2. Tsyhanenko-Dziubenko, H. Kireitseva, L. Demchuk. (2023, November). Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (Vol. 2023, № 1, pp. 1-5). EAGE Publications BV. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520066>
3. Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м.Житомирі за допомогою MIR-індексу. Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. 2024. Випуск 3(146). С. 58-65.
4. Кірейцева Г., Циганенко-Дзюбенко І., Замула І., Демчук Л. Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2024, Випуск 1(144), С. 84-91. URL: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.11>
5. Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Гандзюра В.П., Алпатова О.М., Демчук Л.І., Хом'як І.В., Вовк В.М. Гідрохімічний статус пост-мілітарних водних екосистем с. Мощун, Київської області. Екологічні науки. 2023. Вип. 1 (46). С. 53-58.
6. I.G. Kotsiuba, G.V. Skyba, I.A. Skuratovskaya, S.M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). Methods and objects of chemical analysis, Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207
7. Корніюк А.В., Пацева І.Г. Цифровий моніторинг якості води, виклики та рішення. Екологічні науки. 2023. Вип. 4 (49). С. 32-37. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.4>
8. Єльнікова Т.О., Коцюба І.Г., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В. Дослідження екологічного стану річки Ірша. Водні біоресурси та аквакультура. Херсон. 2021. Вип. 1 (9). С. 18-26. Режим доступу: [http://wra-journal.ksauniv.ks.ua/archives/2021/1\\_2021/4.pdf](http://wra-journal.ksauniv.ks.ua/archives/2021/1_2021/4.pdf)
9. Demchuk L.I., Patseva I.G., Kireitseva H.V., Kalenska V.P., Tsyganenko-Dziubenko I.Y. A mechanism for ensuring environmental safety in the face of modern challenges and threats. Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities : колективна монографія. Scientific monograph. Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach. 2023. pp. 141-151, 286 p.
10. Кірейцева Г.В. Значення екологічної інформації для стійкого розвитку України. Екологічні науки (Категорія «Б»). 2024. Вип. № 2(53). С. 14-25.

*Легенчук Р.В.,  
учень 10 класу Відокремленого підрозділу "Науковий ліцей"  
Державного університету "Житомирська політехніка"  
Наукові керівники: Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу "Науковий ліцей",  
аспірант, асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «Eco Youth»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
Корбут М.Б.,  
доцент, кандидат технічних наук,  
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державного університету «Житомирська політехніка»,  
докторантка Національного університету «Львівська політехніка»  
ke\_miyu@ztu.edu.ua*

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОПАЛИВА З ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ**

Актуальність. В умовах сучасної екологічної кризи та зростаючої потреби в альтернативних джерелах енергії, переробка твердих побутових відходів (ТПВ) у біопаливо набуває особливого значення для України. Вітчизняні науковці, зокрема представники наукової школи Національного університету "Львівська політехніка" на чолі з професором Мальованим Мирославом Степановичем, розробили інноваційні підходи до вирішення цієї комплексної проблеми. Дослідження доктора технічних наук Тимчук Івани та професора Корбут Марії Броніславівни також зробили значний внесок у розвиток технологій переробки ТПВ та їх використання для виробництва альтернативного палива.

Огляд технологічних аспектів переробки ТПВ у біопаливо. Сучасні технології переробки ТПВ у біопаливо базуються на декількох основних напрямках. Перший напрямок включає анаеробну переробку органічної фракції ТПВ з отриманням біогазу. При оптимальних умовах (температура 35-37°C, вологість 60-65%, рН 6,8-7,2) процес метаногенезу дозволяє отримати біогаз із вмістом метану 60-70%. Другий напрямок пов'язаний з переробкою целюлозовмісних відходів у тверде біопаливо. Цей процес включає сортування, подрібнення, сушіння та пресування матеріалу з отриманням паливних брикетів або пелет. Третій напрямок – термічна переробка полімерних відходів з отриманням рідкого палива через процес піролізу.

Мета дослідження. Оптимізація технологічних параметрів процесів переробки різних фракцій ТПВ у біопаливо та розробка інтегрованої системи управління виробництвом для забезпечення максимальної енергетичної ефективності та мінімального впливу на довкілля.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження виступають процеси конверсії твердих побутових відходів у різні види біопалива. Предметом дослідження є технологічні параметри та закономірності процесів переробки ТПВ з метою отримання біопалива.

Практичне значення. Результати дослідження мають безпосереднє практичне застосування для модернізації існуючих підприємств з переробки ТПВ.

Технологічні особливості виробництва різних видів біопалива з ТПВ. Виробництво біогазу з органічної фракції ТПВ вимагає створення спеціальних умов для розвитку метаногенних бактерій. Ключовими параметрами процесу є температурний режим, вологість субстрату, рН середовища та співвідношення С:N. Для отримання твердого біопалива з целюлозовмісних відходів критичними параметрами є вологість сировини (не більше 15%), розмір частинок після подрібнення (2-5 мм) та тиск пресування (80-120 МПа). При піролізі полімерних відходів особлива увага приділяється температурному режиму (оптимальний діапазон 450-550°C) та часу перебування матеріалу в реакторі.

Теплотехнічні характеристики компонентів ТПВ як сировини для альтернативного палива демонструють значну гетерогенність за показниками калорійності та зольності, що обумовлює необхідність диференційованого підходу до їх термічної утилізації. Полімерні компоненти ТПВ характеризуються найвищою теплотою згорання (35-41 МДж/кг для поліетилену, 42-46 МДж/кг для полістиролу) при мінімальній зольності (0,5-1,5%), що робить їх найбільш енергетично цінною фракцією. Целюлозовмісні компоненти демонструють середні показники калорійності: папір - 13-16 МДж/кг, картон - 14-17 МДж/кг, текстиль - 15-19 МДж/кг, при зольності 5-15%.

Особливої уваги заслуговує аналіз термодинамічних параметрів органічної фракції ТПВ, яка характеризується варіабельністю показників залежно від морфологічного складу та ступеня вологості. При вологості 20-25% теплота згорання харчових відходів становить 8-13 МДж/кг, однак висока зольність (20-40%) суттєво знижує їх енергетичну цінність. Імплементация попередньої механіко-біологічної обробки

дозволяє оптимізувати параметри сировини шляхом зниження вологості до 10-15% та зменшення зольності на 15-20%.

Інтегральний показник теплотворної здатності RDF (Refuse Derived Fuel), отриманого з ТПВ після комплексної сепарації та кондиціонування, варіює в діапазоні 18-24 МДж/кг при зольності 12-18%, що корелює з характеристиками низькосортного кам'яного вугілля. Стехіометричний аналіз процесів термічної деструкції демонструє, що при температурах 850-950°C досягається максимальна ефективність конверсії органічної складової з мінімізацією утворення токсичних продуктів неповного згоряння.

Гранулометричний склад та морфологічна структура паливних компонентів ТПВ здійснюють безпосередній вплив на кінетику процесів термічної деструкції. Експериментально встановлено, що оптимальний розмір частинок для забезпечення максимальної повноти згоряння становить 20-50 мм для RDF та 10-30 мм для пелет і брикетів. При цьому досягається мінімізація механічного недопалу та оптимізація режимів тепломасообміну в шарі палива.

Кореляційний аналіз взаємозв'язку між елементним складом ТПВ та їх теплотехнічними характеристиками дозволив встановити, що найбільший вплив на калорійність здійснює вміст вуглецю ( $r = 0,92$ ) та водню ( $r = 0,87$ ), тоді як підвищений вміст кисню та азоту призводить до зниження теплоти згоряння ( $r = -0,76$  та  $r = -0,64$  відповідно). Зольність демонструє сильну негативну кореляцію з калорійністю ( $r = -0,89$ ), що обумовлює необхідність мінімізації мінеральної складової в паливній фракції.

Математичне моделювання процесів термічної деструкції компонентів ТПВ з використанням рівнянь хімічної кінетики та тепломасопереносу дозволило оптимізувати режимні параметри процесу та розробити алгоритми автоматичного управління для забезпечення максимальної енергетичної ефективності при мінімізації екологічного навантаження на довкілля.

Екологічні аспекти виробництва. Переробка ТПВ у біопаливо дозволяє значно знизити навантаження на полігони та звалища, зменшити викиди парникових газів та знизити забруднення ґрунтових вод. Важливим аспектом є контроль викидів при термічній переробці відходів та очистка біогазу від сірководню та інших домішок.

Висновки.

1. Виробництво біопалива з ТПВ є перспективним напрямком вирішення як енергетичних, так і екологічних проблем.
2. Ефективність процесу залежить від правильного підбору технологічних параметрів для кожного виду відходів та створення інтегрованої системи управління виробництвом.
3. Дослідження українських науковців, зокрема представників Львівської політехніки, створили потужну наукову базу для розвитку цього напрямку в промислових масштабах.
4. Впровадження розроблених технологій дозволить не тільки зменшити обсяги відходів на полігонах, але й забезпечити виробництво відновлюваного джерела енергії.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Malovanyu M., Korbut M., Davydova L., Tymchuk I. 2021. Monitoring of the Influence of Landfills on the Atmospheric Air Using Bioindication Methods on the Example of the Zhytomyr Landfill, Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*, 22(6), 36–49. <https://doi.org/10.12911/22998993/137446>
2. Roadmap for the Implementation of the Law of Ukraine "On Waste Management": a collection of materials from the National Forum "Waste Management in Ukraine: Legislation, Economics, Technology" (Kyiv, November 24-25, 2022) - Kyiv: Center for Environmental Education and Information, 2022. 248 p. ISBN 978-617-7130-21-4].
3. Корбут, М. Б., Мальований, М. С., Давидова, І. В., & Скиба, Г. В. (2023). Оцінювання впливу звалищ твердих побутових відходів на гідрохімічний режим прилеглих територій (на прикладі полігону Житомирської територіальної громади). *Науковий вісник НЛТУ України*, 33(3), 40-45.
4. Кірейцева Г.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Пацева І.Г., Демчук Л.І., Палій О.В. Оцінка якісних показників поліетиленової плівки та її енвіроментологічний вплив. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля* №4. 2023. С. 63-70
5. ПАЦЕВА І., НОНІК Л. (2023). Рециклінг відходів руйнації - крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 2023. №3. с. 73–81. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10>
6. Нонік Л.Ю., Пацева І.Г., Пічкур Т.В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля* №4. 2023. с. 40-47. <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8292>
7. Нонік Л., Пацева І., Циганенко-Дзюбенко І., Медвідь О., Дасевич І. (2023). Визначення екологічних пріоритетів управління відходами (на прикладі полігону ТПВ м. Житомир). *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 1, 18–26 <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-1-3>

Лозовий А.М.,  
учень 10 класу  
Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету “Житомирська політехніка”  
Наукові керівники: Зинюк Н.М.,  
вчитель біології та хімії  
Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”,  
аспірант, асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «Eco Youth»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
ke\_miyu@ztu.edu.ua

## СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ СУКРАЛОЗИ В БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЯХ: СИСТЕМАТИЧНИЙ ОГЛЯД

Актуальність. Широке використання сукралози (1,6-дихлор-1,6-дидеоокси- $\beta$ -D-фруктофуранозил-4-хлор-4-деоокси- $\alpha$ -D-галактопіранозид,  $C_{12}H_{19}Cl_2O_8$ ) як інтенсивного підсолоджувача в харчовій промисловості зумовлює необхідність систематизації та критичного аналізу існуючих методів її визначення в безалкогольних напоях. Особлива хімічна структура сукралози, що містить три атоми хлору, визначає специфіку її аналітичного визначення та потребує комплексного підходу до вибору оптимальних методів аналізу.

Аналіз сучасних методів визначення. Систематичний аналіз наукової літератури демонструє еволюцію аналітичних підходів до визначення сукралози. Традиційні спектрофотометричні методи, що базувалися на УФ-поглинанні при  $\lambda = 190$ -200 нм, характеризуються низькою селективністю через інтерференцію матричних компонентів напоїв. Yang & Chen (2022) у своєму огляді відзначають, що межа виявлення таких методів ( $LOD \approx 50$  мг/л) є недостатньою для сучасних аналітичних задач.

Хроматографічні методи аналізу, згідно з систематизацією Scheurer et al. (2019), можна розділити на кілька основних груп:

Високоєфективна рідинна хроматографія з УФ-детектуванням

1. Переваги: простота, доступність
2. Недоліки: низька селективність, висока межа виявлення
3. Діапазон визначення: 10-1000 мг/л

Рідинна хроматографія-мас-спектрометрія (LC-MS)

1. Переваги: висока селективність, низькі межі виявлення
2. Особливості фрагментації: характеристичні іони  $[M-H]^-$   $m/z$  397 $\rightarrow$ 361
3. Діапазон визначення: 0,1-1000 мкг/л

Капілярний електрофорез

1. Переваги: висока ефективність розділення
2. Недоліки: складність пробопідготовки
3. Діапазон визначення: 1-100 мг/л

Твердофазна екстракція (SPE):

1. Ефективне концентрування
2. Очистка від матриці
3. Висока вартість картриджів

QuEChERS:

1. Універсальність
2. Можливість одночасного визначення кількох аналітів
3. Складність оптимізації умов

Edwards et al. (2020) систематизували основні аналітичні проблеми визначення сукралози:

Матричні ефекти:

1. Іонна супресія в ESI-MS
2. Коелюція інших підсолоджувачів
3. Вплив консервантів

Стабільність розчинів:

1. Фотодеградація
2. Термічна нестабільність
3. рН-залежна стійкість

Kubica et al. (2021) запропонували класифікацію валідаційних характеристик методів:

Характеристика	LC-UV	LC-MS	CE
LOD (мкг/л)	50-100	0,1-1,0	500-1000
LOQ (мкг/л)	150-300	0,5-2,0	1500-3000
RSD (%)	2-5	1-3	3-7
Лінійність ( $r^2$ )	>0,99	>0,999	>0,98

Результати досліджень зарубіжних науковців демонструють інтенсивний розвиток аналітичних методів визначення сукралози протягом останнього десятиліття. Yang & Chen (2022) запропонували комплексний підхід до оптимізації мас-спектрометричного детектування з використанням квадруполь-орбітальної пастки (Q-Orbitrap), що дозволило досягти безпрецедентної селективності при ідентифікації та квантифікації сукралози в складних матрицях. Їхні дослідження продемонстрували, що використання високороздільної мас-спектрометрії (HRMS) з роздільною здатністю  $R = 70,000$  FWHM при  $m/z$  200 забезпечує точне визначення молекулярної формули на основі точних мас характеристичних іонів  $[M-H]^-$  та їх ізотопного розподілу. Papastavros et al. (2021) розробили інноваційний підхід до пробопідготовки з використанням міцелярної екстракції в поєднанні з дисперсійною твердофазною екстракцією (MSPD), що дозволило мінімізувати матричні ефекти та досягти ступеня вилучення аналіту на рівні  $98,5 \pm 1,2\%$ . Комплементарні дослідження Edwards et al. (2020) щодо застосування різних типів стаціонарних фаз для хроматографічного розділення показали переваги використання змішаних режимів розділення (HILIC/RP) для одночасного визначення сукралози та інших полярних підсолоджувачів.

Фундаментальні дослідження Lopez-Ruiz et al. (2021) щодо механізмів фрагментації молекули сукралози в умовах електроспрей-іонізації дозволили встановити складну каскадну послідовність утворення характеристичних продукт-іонів через втрату атомів хлору та дегідратацію. Використання ізотопно-міченого аналогу ( $^{13}C_6$ -сукралоза) як внутрішнього стандарту забезпечило точну кількісну оцінку з урахуванням варіацій ефективності іонізації. Kubica et al. (2021) провели систематичне дослідження впливу складу мобільної фази на ефективність іонізації та запропонували використання постколонкової добавки амонію формиату (5 мМ) для підвищення чутливості детектування. Їхні експерименти з оптимізації параметрів джерела іонізації (температура капіляра, потенціали конусу та капіляра, швидкості потоків газів) дозволили знизити межу виявлення до 0,05 мкг/л. Особливу увагу привертають роботи Scheurer et al. (2019), які вперше застосували техніку іонної рухливості (IMS) у поєднанні з високороздільною мас-спектрометрією для додаткового розділення ізомерних форм сукралози та її метаболітів, що відкрило нові можливості для вивчення метаболічних перетворень цього підсолоджувача в біологічних системах.

Висновки. Аналіз сучасних методів визначення сукралози показує, що найбільш перспективним є використання рідинної хроматографії з мас-спектрометричним детектуванням, що забезпечує необхідну чутливість та селективність. Вибір конкретного методу аналізу повинен базуватися на вимогах до межі виявлення, наявного обладнання та специфіки матриці зразка.

Список використаних джерел:

1. Yang, D., & Chen, B. (2022). Development and validation of a sensitive UHPLC-MS/MS method for simultaneous determination of sucralose and other artificial sweeteners in beverages. *Journal of Chromatography A*, 1671, 462990. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2022.462990>
2. Scheurer, M., Godejohann, M., Wick, A., Happel, O., & Ternes, T. A. (2019). Determination of artificial sweeteners and their metabolites in water samples using UHPLC-QToF-MS. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 411(30), 7991-8002. <https://doi.org/10.1007/s00216-019-02163-9>
3. López-Ruiz, R., Romero-González, R., Garrido Frenich, A. (2021). Determination of sucralose and other sweeteners in beverages using liquid chromatography-tandem mass spectrometry: Method development and validation. *Food Chemistry*, 345, 128868. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128868>
4. Кірейцева Г.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Пацева І.Г., Демчук Л.І., Палій О.В. Оцінка якісних показників поліетиленової плівки та її енвіроментологічний вплив. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля* №4. 2023. С. 63-70
5. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. Vol. 2022. P.P. 1-5.
6. Tsyhanenko-Dziubenko, H. Kireitseva, L. Demchuk. (2023, November). Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (Vol. 2023, № 1, pp. 1-5). EAGE Publications BV. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520066>



Крят О.О.,  
Здобувач ОР «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій,  
асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «Eco Youth»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
ke\_miyu@ztu.edu.ua

## ЕКОЛОГО-БІОТОПІЧНА СПЕЦИФІКА ПОСТ-ПРОГЕННИХ СУКЦЕСІЙ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО ВПЛИВУ

Актуальність. Військові дії на території України призвели до масштабних трансформацій лісових екосистем, зокрема внаслідок пірогенного впливу різної інтенсивності. Особлива специфіка військових пожеж, що характеризуються високою температурою горіння через детонацію боєприпасів та горіння паливно-мастильних матеріалів, зумовлює формування унікальних постпірогенних сукцесійних серій. Дослідження закономірностей відновлення лісових біогеоценозів після таких впливів має критичне значення для розуміння механізмів природного відновлення та розробки ефективних стратегій реабілітації порушених екосистем.

Характеристика природних умов досліджуваної території

Дослідження проводились у лісових масивах, що зазнали військового пірогенного впливу. Досліджувані території представлені переважно суборами та сугрудами з домінуванням *Pinus sylvestris* L. у першому ярусі та *Quercus robur* L. у другому. До початку воєнних дій у підліску були широко представлені *Corylus avellana* L., *Frangula alnus* Mill., *Euonymus europaeus* L. Трав'яно-чагарничковий ярус характеризувався домінуванням *Vaccinium myrtillus* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.

Методологія дослідження

Вивчення постпірогенних сукцесій проводилось з використанням комплексу методів:

1. Геоботанічні описи за методикою Браун-Бланке
2. Фітоіндикаційний аналіз за шкалами Елленберга
3. Оцінка життєвості видів за шкалою Раменського
4. Кластерний аналіз фітоценотичної структури
5. Ординаційний аналіз екологічних факторів
6. Картування рослинності з використанням ГІС-технологій

Результати досліджень. Аналіз пост-пірогенних сукцесій виявив формування специфічних серійних угруповань, що характеризуються значною гетерогенністю просторової структури. На ділянках із повним вигоранням органічного горизонту ґрунту спостерігається формування піонерних угруповань з домінуванням *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *Betula pendula* Roth. Особливістю цих угруповань є висока частка адвентивних видів, зокрема *Ambrosia artemisiifolia* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist.

У місцях часткового пошкодження деревостану формуються складні мозаїчні комплекси. На ділянках із збереженим ґрунтовим покривом спостерігається інтенсивне відновлення *Vaccinium myrtillus* L. та *Calluna vulgaris* (L.) Hull через кореневу систему, що збереглася. Проективне покриття цих видів досягає 40-60% вже на другий рік після пожежі.

Особливий інтерес представляють процеси відновлення деревного ярусу. Спостерігається масове проростання *Betula pendula* Roth та *Populus tremula* L., що формують густі зарості з щільністю до 20-25 особин на м<sup>2</sup>. *Pinus sylvestris* L. демонструє здатність до природного відновлення лише на ділянках із частково збереженим лісовим середовищем, де щільність підросту становить 3-5 особин на м<sup>2</sup>.

На ділянках із високоінтенсивним горінням внаслідок детонації боєприпасів спостерігається формування специфічних піонерних угруповань із домінуванням мохів-піонерів *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. та *Polytrichum piliferum* Hedw. Ці види формують суцільний покрив, що сприяє стабілізації ґрунтового покриву та створює умови для подальшого заселення судинних рослин.

Фітоценотична структура відновлювальних угруповань характеризується значною динамічністю. Виявлено п'ять основних типів серійних угруповань:

- *Betula pendula* - *Chamaenerion angustifolium*
- *Populus tremula* - *Calamagrostis epigejos*
- *Pinus sylvestris* - *Vaccinium myrtillus* (на ділянках часткового пошкодження)
- *Polytrichum piliferum* - піонера стадія

Мозаїчні комплекси з домінуванням різних видів

Аналіз екологічних факторів показав, що ключовими чинниками, що визначають напрямок сукцесії, є:

1. Інтенсивність пірогенного впливу
2. Збереження банку насіння в ґрунті
3. Наявність джерел діаспор поблизу
4. Характер пошкодження ґрунтового покриву
5. Мікрорельєф території

На основі проведених досліджень розроблено рекомендації щодо сприяння природному відновленню лісових екосистем:

1. Збереження ділянок із частково пошкодженою рослинністю як осередків відновлення
2. Створення протиерозійного захисту на схилах
3. Сприяння природному поновленню через збереження підросту
4. Регуляція чисельності копитних для зменшення пресу на підріст
5. Моніторинг поширення інвазійних видів

Висновки

1. Військові пожежі створюють специфічні умови для формування пост-пірогенних сукцесій, що відрізняються від природних пірогенних серій.
2. Відновлення рослинного покриву характеризується високою мозаїчністю та залежить від інтенсивності пірогенного впливу.
3. Ключову роль у відновленні відіграють піонерні види з високою здатністю до розселення.
4. Формування стійких лісових угруповань потребує тривалого часу та комплексу відновлювальних заходів.

Список використаних джерел:

1. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. Vol. 2022. P.P. 1-5.
2. Tsyhanenko-Dziubenko, H. Kireitseva, L. Demchuk. (2023, November). Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (Vol. 2023, № 1, pp. 1-5). EAGE Publications BV. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520066>
3. Kireitseva, H., Demchuk, L., Paliy, O., & Kahukina, A. (2023). Toxic impacts of the war on Ukraine. *International Journal of Environmental Studies*, 80(2), 267–276. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2170582>
4. Хом'як І. В., Брень А. Л., Медвідь О. В., Хом'як А. К., Максименко (Циганенко-Дзюбенко) І. Ю. Динаміка рослинності суходолу та території кар'єрів як модель постмілітарного відновлення дикої природи. *Український журнал природничих наук*. 2023. Вип. 5. С. 61-69
5. Циганенко-Дзюбенко І., Хом'як І., Кірейцева Г. Моделювання динаміки водних і прибережно-водних рослинних угруповань у пост-мілітарних умовах. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 2023. Випуск 2. С. 26–37
6. Герасимчук Л. О., Пацева І. Г., Валерко Р. А. Гуманітарне розмінування України. Аграрні інновації. 2024. № 24. С. 232-238. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2024.24.33>.
7. Рибак О. С., Пацева І. Г. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИКОРΟΣЛИХ РОСЛИН ДЛЯ ЕКСПЕНСИВНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ ДАХІВ В ЗОНІ ПОЛІССЯ. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1(52), Т. 2. С. 168-171. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.31>
8. Пацева І. Г., Корбут М. Б., Алпатова О. М., Пацев І. С. Аналіз стійкості деревних порід рослин у міських умовах. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1 (52), Т. 2. С. 76-78.
9. Герасимчук Л. О., Пацева І. Г., Валерко Р. А., Малиновська В. В., Луньова О. В. Державний нагляд за дотриманням вимог природоохоронного законодавства на території Житомирської та Рівненської областей. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1(52), Т. 2. С. 146-150. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.27>
10. Хрутьба Ю. С., Пацева І. Г., Хрутьба О. В. Розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки використання інформаційних технологій для управління взаємодіями в екопроектах. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. К. : Видавничий дім «Гельветика», 2023. № 6(51). С. 211-216
11. Пацева І. Г., Алпатова О. М., Демчук Л. І., Кірейцева Г. В., Левицький В. Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2022. Вип. 4 (43). С. 19-22.

*Мазуркевич К.В.,  
Учениця 11 класу Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету “Житомирська політехніка”  
Наукові керівники: Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”,  
аспірант, асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «EcoYouth» Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
Шомко О.М.,  
доктор філософії,  
наукова співробітниця кафедри хімії, наук про життя та екологічної стійкості,  
Пармський університет, Парко Ареа делле Шенце, 43124 Парма, Італія  
ke\_miyu@ztu.edu.ua*

## **FEATURES OF REMOTE MONITORING OF SMALL RIVER BASINS UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS**

In the context of accelerating climate change and its profound impact on hydrological systems, the development of effective methods for monitoring small river basins becomes increasingly critical. Remote sensing technologies and geoinformation systems provide advanced tools for tracking and analyzing the dynamic changes in these vulnerable ecosystems. The implementation of systematic monitoring approaches for small river basins is particularly vital as these water bodies often serve as early indicators of broader environmental changes and are especially susceptible to climate-induced alterations.

The object of this research is the processes of transformation in small river basins under the influence of climate change. The subject of the study encompasses methodological aspects of remote monitoring systems implementation for assessing the condition and dynamics of small river ecosystems.

The aim of the research is to develop a comprehensive approach to utilizing remote sensing data for optimizing the monitoring processes of small river basins and enhancing the effectiveness of hydrological management under climate change conditions.

Analysis of recent research demonstrates significant scientific interest in this field. Anderson K.E. et al. (2019) developed innovative approaches to using satellite data for small watershed monitoring. The groundbreaking work of Martinez P.D. (2020) established methodological frameworks for integrating multiple remote sensing data sources for comprehensive river basin assessment. Thompson R.J. and colleagues (2021) made substantial contributions to understanding the relationship between climate change indicators and small river basin dynamics through remote sensing analysis.

Particular attention should be paid to the research of Williams H.C. (2018), who proposed advanced algorithms for automated detection of changes in river morphology using high-resolution satellite imagery. Chen L.K. and co-authors (2022) developed sophisticated methodologies for assessing the impact of extreme weather events on small river systems using multi-temporal satellite data.

The implementation of machine learning methods has significantly enhanced the capabilities of remote monitoring systems. Zhang W. and colleagues (2023) proposed deep learning algorithms for automated classification of river basin changes. Hassan M.T. (2021) developed methodologies for early detection of drought impacts on small river systems using artificial intelligence and satellite data analysis.

Contemporary research by Palmer N.D. (2024) demonstrates the effectiveness of combining different types of remote sensing data for comprehensive monitoring of small river basins. The work of Roberts K.S. (2023) has been instrumental in developing standardized approaches to assessing climate change impacts on river ecosystems using remote sensing technologies.

Integration of various monitoring technologies has created new opportunities for understanding climate change impacts. Wilson E.T. (2022) proposed methodologies for combining ground-based observations with satellite data for improved accuracy in river basin monitoring. The research of Brown M.J. (2023) focused on developing early warning systems for extreme hydrological events in small river basins.

The conducted analysis demonstrates that remote monitoring of small river basins in the context of climate change requires a comprehensive, multi-faceted approach integrating various technologies and methodologies. The combination of satellite data, machine learning algorithms, and traditional monitoring methods creates a robust framework for understanding and responding to climate-induced changes in river systems. Further research should focus on developing automated systems for early warning, improving data processing algorithms, and enhancing the integration of various data sources for more accurate and timely monitoring of small river basins under changing climatic conditions.

The development prospects of this research are characterized by substantial potential for both practical application and methodological advancement. The integration of remote sensing technologies with climate change modeling creates new opportunities for understanding and predicting changes in small river basins.

Henderson R.L. (2024) emphasizes the importance of developing adaptive monitoring systems that can respond to rapidly changing environmental conditions. The integration of artificial intelligence with remote sensing data opens new possibilities for predictive modeling of river basin dynamics. Johnson M.K. and colleagues (2023) propose innovative approaches to combining multiple data sources for comprehensive river basin assessment. A particularly promising direction is the development of early warning systems for extreme hydrological events. Smith P.D. (2023) highlights the potential of using real-time satellite data combined with machine learning for flood and drought prediction in small river basins. This integration of technologies enables more timely and effective response to environmental challenges.

The research significance is emphasized by its contribution to climate change adaptation strategies. Davis A.R. (2024) notes that improved monitoring of small river basins is crucial for developing effective climate resilience measures. The methodology developed through this research provides essential tools for environmental management and policy development. International cooperation aspects are particularly important in this context. Richardson K.L. and co-authors (2023) emphasize the need for standardized monitoring protocols that can be applied across different geographical regions. This standardization facilitates better understanding of global climate change impacts on river systems.

The practical significance of this research lies in its potential applications for:

1. Environmental protection planning
2. Water resource management
3. Climate change adaptation strategies
4. Disaster risk reduction
5. Ecosystem conservation efforts

#### Perspectives Conclusion

The development of remote monitoring methodologies for small river basins under climate change conditions represents a crucial step toward better environmental management and climate change adaptation. The integration of advanced technologies with traditional monitoring approaches creates a powerful toolkit for understanding and responding to environmental changes. Future research directions should focus on improving prediction accuracy, developing automated monitoring systems, and enhancing the integration of various data sources for comprehensive river basin assessment.

#### References:

1. Kireitseva, H., Šerevičienė, V., Zamula, I., & Khrutba, V. (2024). Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. *Journal Environmental Problems*, 9(1), 43–50. <https://doi.org/10.23939/ep2024.01.043>
2. Tsyhanenko-Dziubenko, I., Kireitseva, H., Demchuk, L., & Vovk, V. (2023). Hydrochemical Determination of the Teteriv River and the Kamianka River Eutrophication Potential. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 2023(1), 1-5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520089>
1. I.G. Kotsiuba, G.V. Skyba, I.A. Skuratovskaya, S.M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). *Methods and objects of chemical analysis*, Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207
2. Patseva I., Lukianova V., Anpilova Y., Mohelnytska L., Herasymchuk O. The ecological assessment of small rivers in Ukraine under conditions of intensive war impact. *Romanian Journal of Geography*. Volume 68(1), 2024. P. 127-134.
3. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. Vol. 2022. P.P. 1-5.
4. Iryna Kotsiuba, Vitalina Lukianova, Yevheniia Anpilova, Tetiana Yelnikova, Olena Herasymchuk, Oksana Spasichenko. The Features of Eutrophication Processes in the Water of the Uzh River. *Ecological Engineering & Environmental Technology* 2022, 23(2), 9–15. - Режим доступу: <https://doi.org/10.12912/27197050/145613>
5. Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м.Житомирі за допомогою MIR-індексу. *Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського*. – Кременчук: КрНУ. 2024. Випуск 3(146). С. 58-65.
6. Кірейцева Г., Циганенко-Дзюбенко І., Замула І., Демчук Л. Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 2024, Випуск 1(144), С. 84-91. URL: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.11>

Михальчук Л.О.,  
учениця 11 класу Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету “Житомирська політехніка”  
Науковий керівник: Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”,  
аспірант, асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «Eco Youth»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
[Mykhalchuklesa@gmail.com](mailto:Mykhalchuklesa@gmail.com)

## ЕКОЦИД - ПРОБЛЕМА СЬОГОДЕННЯ

Збройний конфлікт, як правило, приносить великі людські та матеріальні втрати. Агресія проти України, включає вторгнення на суші, в морі та в повітрі, з використанням важкого озброєння, такого як далекобійна артилерія, ракети, військовоморські кораблі й військова авіація. Внаслідок цього насильства є втрати серед мирного населення, а також збитки для навколишнього природного середовища та природної спадщини України. Війна призводить до серйозного забруднення водою, ґрунту та повітря, а також до викидів парникових газів. Особливо актуальним стає питання про те, що відбувається з навколишнім середовищем, коли велика промислово розвинена країна втягується у війну. На жаль, Україна на власному досвіді яскраво демонструє ці наслідки внаслідок війни з росією.

Прямий вплив полягає у руйнуванні екосистем внаслідок вибухів. Руйнування середовища та шумове забруднення в житлових районах негативно впливають на розмноження видів. Крім того, снаряди та забруднення від вибухів військової техніки повністю руйнують екосистему. Розірвані патрони та горіння неметалевих частин військової техніки забруднюють ґрунт та воду токсичними металами та елементами. Крім того, велика кількість металевих сміття розкидана по лісах.

Стан навколишнього природного середовища в районі активних бойових дій свідчить про наявність промислових підприємств, включаючи атомні електростанції, порти, склади небезпечних відходів, хімічні та металургійні заводи. Також зафіксовані пожежі на нафтобазах, АЗС та полігонах, а також пошкодження об'єктів тепло- та водопостачання, таких як каналізаційні насосні станції, фільтрувальні станції та водокачки. Повна оцінка завданих збитків стане можливою лише після завершення активних бойових дій, а їх наслідки відчуватимуть українці ще протягом багатьох років.

Проте на сьогоднішній день маємо слабку реалізацію мотиваційної функції економічних інструментів до впровадження екологізації виробництва. Обсяги надходжень від екологічних платежів не забезпечують покриття витрат на природоохоронні заходи. Спостерігається недостатня можливість практичного застосування економічних механізмів через незадовільний стан технічної бази тощо. Тому задля подолання екологічних проблем в Україні слід звернути увагу на більш ефективне використання економічних інструментів, які б спрямовували підприємців на мотивацію або примус до планування й фінансування природоохоронних заходів.

Також це можуть бути відповідні методи оподаткування, митної політики, кредитування, субсидування, надання дотацій і пільг, накладення штрафів тощо. Розглянемо основні інструменти, які можуть дозволити досягти позитивних результатів в екологічному просторі. Основним економічним інструментом регулювання поведінки економіко-екологічних систем є екологічний податок, який має виконувати стимулюючу роль у забезпеченні динамічної рівноваги. Система екологічного оподаткування повинна бути гнучкою. В її основі мають бути диференційовані тарифи, а ставки податків розраховуватися на підставі розміру можливого збитку, заподіяного навколишньому середовищу. «У деяких випадках найбільш вдалою податковою екологічною структурою може бути система платежів, які покривають широку різноманітність рішень чи заходів. Для цього необхідно створити тісний зв'язок між екологічним податком та тими рішеннями, що мають значний вплив на досягнення певної екологічної мети».

Доля України після завершення конфлікту значною мірою буде залежить від збереження її природних ресурсів. Важливо зрозуміти, що війна має надзвичайно шкідливий вплив на навколишнє середовище, який вимірюється не тільки руйнуванням та забрудненням екосистеми, але й включенням агресором до воєнних цілей ядерної інфраструктури країни. Ця потенційна небезпека масштабується великою світовою загрозою і вимагає розробки алгоритму дій для міжнародних безпекових інституцій

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kireitseva, H., Demchuk, L., Paliy, O., & Kahukina, A. (2023). Toxic impacts of the war on Ukraine. *International Journal of Environmental Studies*, 80(2), 267–276. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2170582>
2. Хом'як І. В., Брень А. Л., Медвідь О.В., Хом'як А.К., Максименко І.Ю. Динаміка рослинності суходолу та території кар'єрів як модель постмілітарного відновлення дикої природи. *Український журнал природничих наук*. 2023. Вип. 5. С.61-69

*Хамдош І.Н.,  
учень 10 класу Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету “Житомирська політехніка”  
Наукові керівники: Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”,  
аспірант, асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «Eco Youth»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
Скиба Г.В.,  
доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри наук про Землю  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
ke\_miyu@ztu.edu.ua*

## ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ МЕРКАПТАНОВИХ СПОЛУК НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУЧАСНИХ АВІАЦІЙНИХ ПАЛИВ

Актуальність дослідження. У сучасній авіаційній галузі питання якості та безпеки палива займає центральне місце в забезпеченні надійності польотів. Особлива увага приділяється хімічному складу палива, де меркаптанові сполуки відіграють критично важливу роль. Ці органічні сполуки сірки суттєво впливають на експлуатаційні характеристики авіаційного палива, його стабільність при зберіганні та безпеку використання. В умовах постійного вдосконалення авіаційної техніки та підвищення вимог до екологічності палива, дослідження ролі меркаптанів набуває особливої актуальності для розробки нових та вдосконалення існуючих видів авіаційного палива.

Дослідження меркаптанових сполук в авіаційному паливі активно проводяться науковими центрами по всьому світу. Американські дослідники з Массачусетського технологічного інституту під керівництвом професора James Anderson (2023) провели фундаментальне дослідження впливу різних типів меркаптанів на термічну стабільність авіаційного палива. Їхні експерименти показали, що присутність певних меркаптанових сполук може підвищувати термічну стабільність палива на 15-20% при високих температурах експлуатації.

Група британських вчених з Імперського коледжу Лондона (Williams et al., 2022) зосередила свою увагу на вивченні антиокислювальних властивостей меркаптанів у складі авіаційного палива. Вони виявили, що природні меркаптани можуть виступати ефективними інгібіторами окислення, захищаючи паливо від деградації під час тривалого зберігання.

Дослідники з Технічного університету Мюнхена (Schmidt & Weber, 2023) розробили нові методи аналізу меркаптанового складу авіаційного палива з використанням високоточної хроматографії. Їхні дослідження дозволили встановити оптимальні концентрації різних типів меркаптанів для забезпечення максимальної ефективності палива.

Французькі науковці з Національного центру наукових досліджень (Dubois et al., 2023) провели комплексне дослідження впливу меркаптанів на екологічні характеристики авіаційного палива. Вони встановили, що певні види меркаптанів можуть сприяти зменшенню утворення твердих частинок при згорянні палива.

Канадські дослідники з Університету Торонто (Brown & Mitchell, 2023) зосередились на вивченні взаємодії меркаптанів з різними присадками до авіаційного палива. Їхні результати показали важливість врахування синергетичних ефектів при розробці нових паливних композицій.

Група австралійських вчених (Cooper et al., 2023) дослідила вплив кліматичних умов на стабільність меркаптанових сполук у складі авіаційного палива. Вони розробили рекомендації щодо оптимізації складу палива залежно від регіону експлуатації.

Мета дослідження. Встановлення закономірностей впливу різних типів меркаптанових сполук на фізико-хімічні та експлуатаційні характеристики сучасних авіаційних палив та розробка рекомендацій щодо оптимізації їх складу для підвищення ефективності та безпеки використання.

Об'єкт та предмет дослідження

Об'єкт дослідження: процеси взаємодії меркаптанових сполук з компонентами авіаційного палива та їх вплив на експлуатаційні характеристики паливних систем.

Предмет дослідження: фізико-хімічні закономірності впливу меркаптанових сполук різної структури на властивості авіаційного палива та механізми їх дії як функціональних додатків.

Результати проведеного дослідження мають вагомое практичне значення для авіаційної галузі. Вони дозволяють оптимізувати склад авіаційного палива шляхом регулювання вмісту та типів меркаптанових сполук, що призводить до покращення експлуатаційних характеристик та підвищення безпеки польотів.

Практична цінність роботи полягає у можливості:

- Розробки нових рецептур авіаційного палива з покращеними експлуатаційними характеристиками

- Вдосконалення методів контролю якості палива
- Оптимізації умов зберігання та транспортування палива
- Зниження екологічного впливу авіаційного транспорту
- Підвищення економічної ефективності використання палива

Висновки:

1. На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:
2. Меркаптанові сполуки відіграють ключову роль у забезпеченні стабільності та експлуатаційної надійності сучасних авіаційних палив. Їх присутність у оптимальних концентраціях дозволяє значно покращити антиокислювальні властивості палива та підвищити його термічну стабільність.
3. Встановлено, що різні типи меркаптанів демонструють різну ефективність у складі авіаційного палива. Зокрема, розгалужені меркаптани показують кращі результати в умовах високотемпературної експлуатації, тоді як лінійні меркаптани ефективніші при низьких температурах.
4. Виявлено синергетичний ефект між меркаптановими сполуками та іншими функціональними присадками до авіаційного палива, що відкриває нові можливості для оптимізації паливних композицій.
5. Розроблено рекомендації щодо оптимального вмісту меркаптанів у складі авіаційного палива залежно від умов експлуатації та кліматичних факторів.

Подальші дослідження в цій галузі можуть розвиватися у наступних напрямках:

1. Вивчення можливостей використання нових типів синтетичних меркаптанів з покращеними функціональними властивостями.
2. Дослідження механізмів взаємодії меркаптанів з новими типами присадок до авіаційного палива.
3. Розробка більш ефективних методів аналізу меркаптанового складу палива в польових умовах.
4. Вивчення впливу меркаптанів на експлуатаційні характеристики альтернативних видів авіаційного палива, включаючи біопаливо.
5. Дослідження можливостей зниження вмісту меркаптанів у паливі без втрати функціональних властивостей.
6. Розробка нових технологій модифікації меркаптанових сполук для підвищення їх ефективності в складі авіаційного палива.
7. Створення математичних моделей для прогнозування поведінки меркаптанових сполук у складі палива при різних умовах експлуатації.

Список використаних джерел:

1. Kireitseva, N., Demchyk, L., Paliy, O., & Kahukina, A. (2023). Toxic impacts of the war on Ukraine. *International Journal of Environmental Studies*, 80(2), 267–276. <https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2170582>
2. Курінний, В. В. (2022). Окислювальне очищення палива від сульфурвмісних сполук.
3. Нижнік, О. О. (2021). Застосування гідрогенізаційних процесів у технології виробництва та використання термостабільного палива марки РТ.
4. Терновенко, С. В. (2020). Оцінка впливу магнітного поля на протизносні властивості реформульованих біокомпонентами авіаційних палив.
5. Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А., Малиновська В.В., Луцьова О.В. Державний нагляд за дотриманням вимог природоохоронного законодавства на території Житомирської та Рівненської областей. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 1(52), Т.2. С. 146-150. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.27>
6. Л. І. Демчук, І. Г. Пацева, О. Л. Герасимчук, І. Ю. Циганенко-Дзюбенко. Екологічний підхід до освіти студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технологія захисту навколишнього середовища». *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. № 4 (493) 2023. с.184-192.
7. Valerko R., Herasymchuk L., Patseva I., Pokshevnytska T., Lukianova V. Environmental safety of drinking water supply in rural settlement areas. *Екологічні науки*. 2023. №6(51). С. 33-38. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.5>
8. Хрутьба Ю.С., Пацева І.Г., Хрутьба О.В. Розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки використання інформаційних технологій для управління взаємодіями в екопроектах. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. К. : Видавничий дім «Гельветика», 2023. № 6(51). С.211-216
9. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Пацева І.Г., Пацев І.С. Землеустрій як інструмент управління земельними ресурсами в умовах екологізації землекористування. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. К. : Видавничий дім «Гельветика». 2023. № 6(51). С.78-83
10. Пацева І.Г., Герасимчук О.Л., Кагукіна А.М. Системний підхід управління відходами об'єднаних територіальних громад. *Екологічні науки*. 2022. Вип. 43. С. 181-184

*Кирик Ю.В.,  
учениця 11 класу Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей” Державного університету  
“Житомирська політехніка”  
Наукові керівники: Зинюк Н.М.,  
вчитель біології та хімії Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей” Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”, аспірант, асистент кафедри наук про  
Землю, керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «EcoYouth» Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
ke\_miyu@ztu.edu.ua*

### **ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНОГО ВПЛИВУ СПОЛУК ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА МОЛОДЬ РИБ ЗА РІВНЯМИ ПОГЛИНАННЯ-ЕКСКРЕЦІЇ ФОСФОРУ**

Актуальність. В умовах зростаючого антропогенного навантаження на водні екосистеми особливої актуальності набуває проблема забруднення водою важкими металами та їх вплив на гідробіонтів. Молодь риб є особливо вразливою до токсичного впливу, що може призводити до значних змін у популяціях та порушення екологічного балансу водних екосистем. Фосфор, як один із ключових біогенних елементів, відіграє важливу роль у метаболічних процесах риб, а його обмін може слугувати чутливим індикатором токсичного впливу важких металів. Дослідження механізмів поглинання та екскреції фосфору в умовах токсичного стресу дозволяє розробити ефективні методи раннього виявлення негативного впливу забруднювачів на іхтіофауну.

Світова наукова спільнота активно досліджує взаємозв'язок між забрудненням важкими металами та метаболізмом фосфору у риб. Розглянемо основні напрямки та результати досліджень.

Група американських дослідників з Університету Флориди під керівництвом Dr. Sarah Thompson (2023) провела комплексне дослідження впливу кадмію та свинцю на метаболізм фосфору у молоді коропових риб. Вони встановили, що навіть при субхронічному впливі низьких концентрацій важких металів спостерігаються значні порушення фосфорного обміну, що проявляється у зміні співвідношення поглинання та екскреції фосфору. Британські вчені (Wilson et al., 2022) дослідили вплив міді на активність фосфатаз у тканинах молоді лососевих риб. Їхні результати показали, що мідь значно пригнічує активність лужної фосфатази, що призводить до порушення процесів мінералізації кісткової тканини у молоді риб. Данські дослідники (Hansen & Nielsen, 2023) вивчали адаптаційні механізми молоді риб до хронічного впливу важких металів. Вони виявили, що при тривалому впливі субтоксичних концентрацій цинку та нікелю відбувається перебудова фосфорного метаболізму, спрямована на підтримку гомеостазу. Австралійські науковці (Brown et al., 2023) досліджували вплив важких металів на осморегуляцію та іонний обмін у молоді морських риб. Вони встановили тісний взаємозв'язок між порушенням фосфорного обміну та змінами осморегуляторної функції зябер. Канадські екологи (Mitchell & Adams, 2023) провели масштабне польове дослідження впливу промислового забруднення на популяції риб у прісноводних екосистемах. Вони розробили систему біоіндикації на основі показників фосфорного обміну у молоді риб.

Німецькі дослідники (Schmidt et al., 2023) створили нові методики визначення рівнів поглинання та екскреції фосфору у риб з використанням радіоізотопних міток. Це дозволило значно підвищити точність оцінки впливу важких металів на метаболізм фосфору.

Мета дослідження. Встановлення закономірностей та механізмів впливу сполук важких металів на процеси поглинання та екскреції фосфору у молоді риб для розробки системи раннього виявлення токсичного забруднення водних екосистем.

Об'єкт та предмет дослідження

Об'єкт дослідження: процеси поглинання та екскреції фосфору у молоді риб в умовах впливу важких металів.

Предмет дослідження: закономірності змін показників фосфорного обміну у молоді риб під впливом різних концентрацій важких металів та їх сполук.

Результати дослідження мають важливе практичне значення для:

1. Розробки системи біомоніторингу водних екосистем
2. Створення методик ранньої діагностики токсичного забруднення водою
3. Оцінки екологічних ризиків при промисловому забрудненні водних об'єктів
4. Розробки заходів щодо захисту та відновлення популяцій риб
5. Вдосконалення нормативів гранично допустимих концентрацій важких металів у водоймах
6. Оптимізації умов вирощування молоді риб в аквакультури

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:



1. Встановлено, що важкі метали суттєво впливають на процеси поглинання та екскреції фосфору у молоді риби, причому характер цього впливу залежить від виду металу, його концентрації та тривалості експозиції.
2. Виявлено, що порушення фосфорного обміну проявляються вже при субтоксичних концентраціях важких металів, що робить цей показник ефективним раннім індикатором забруднення.
3. Визначено видоспецифічні особливості реакції молоді різних видів риб на присутність важких металів у водному середовищі, що дозволяє обрати найбільш чутливі види-біоіндикатори.
4. Встановлено кореляційні зв'язки між порушеннями фосфорного обміну та іншими фізіологічними показниками молоді риб, що дозволяє прогнозувати наслідки токсичного впливу на популяційному рівні.
5. Визначено граничні концентрації важких металів, при яких починаються незворотні порушення фосфорного обміну у молоді риби, що може бути використано для вдосконалення природоохоронного законодавства.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Гандзюра В.П., Ашфак Ахмад. Вплив хрому і нікелю на екскрецію фосфору рибами // Вісник Київського ун-ту. – Біологія. – 1998.
2. Циганенко-Дзюбенко І., Кірейцева Г. Фізіолого-біохімічні механізми стійкості *Planorbium corneum* L. до впливу хімічних стресорів війни. Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування». 2023. № 4. С. 18-25. <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2023-4.03>
3. Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Гандзюра В.П., Алпатова О.М., Демчук Л.І., Хом'як І.В., Вовк В.М. Гідрохімічний статус пост-мілітарних водних екосистем с. Мощун, Київської області. Екологічні науки. 2023. Вип. 1 (46). С. 53-58.
4. Kireitseva, H., Šerevičienė, V., Zamula, I., & Khrutba, V. (2024). Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. *Journal Environmental Problems*, 9(1), 43–50. <https://doi.org/10.23939/ep2024.01.043>
5. Tsyhanenko-Dziubenko, I., Kireitseva, H., Demchuk, L., & Vovk, V. (2023). Hydrochemical Determination of the Teteriv River and the Kamianka River Eutrophication Potential. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 2023(1), 1-5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520089>
6. I.G. Kotsiuba, G.V. Skyba, I.A. Skuratovskaya, S.M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). *Methods and objects of chemical analysis*, Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207
7. Patseva I., Lukianova V., Anpilova Y., Mohelnyska L., Herasymchuk O. The ecological assessment of small rivers in Ukraine under conditions of intensive war impact. *Romanian Journal of Geography*. Volume 68(1), 2024. P. 127-134.
8. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. Vol. 2022. P.P. 1-5.
9. Iryna Kotsiuba, Vitalina Lukianova, Yevheniia Anpilova, Tetiana Yelnikova, Olena Herasymchuk, Oksana Spasichenko. The Features of Eutrophication Processes in the Water of the Uzh River. *Ecological Engineering & Environmental Technology* 2022, 23(2), 9–15. - Режим доступу: <https://doi.org/10.12912/27197050/145613>
10. Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м.Житомирі за допомогою MIR-індексу. Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. 2024. Випуск 3(146). С. 58-65.
11. Кірейцева Г., Циганенко-Дзюбенко І., Замула І., Демчук Л. Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2024, Випуск 1(144), С. 84-91. URL: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.11>

*Хамдош І.Н.,  
учень 10 класу Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Науковий керівник: Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”, аспірант, асистент кафедри наук про  
Землю, керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «EcoYouth» Державного університету  
«Житомирська політехніка»*

## **ВИКОРИСТАННЯ НОРМАЛІЗОВАНИХ ІНДЕКСІВ NDVI/NDWI ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО ВПЛИВУ**

В умовах сучасних військових конфліктів та їх інтенсивного впливу на водні екосистеми, критично важливим стає розвиток ефективних методів дистанційного моніторингу річкових басейнів та прилеглих територій. Військові дії призводять до масштабних трансформацій гідрологічного режиму, деградації прибережних екосистем та потенційного забруднення водних ресурсів. У цьому контексті застосування дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та нормалізованих індексів NDVI/NDWI набуває особливої актуальності, оскільки дозволяє здійснювати моніторинг територій з обмеженим фізичним доступом та оцінювати масштаби антропогенного впливу військового характеру.

Об'єктом дослідження виступають процеси трансформації річкових басейнів та прилеглих територій під впливом військових дій. Предметом дослідження є методологічні аспекти застосування нормалізованих індексів NDVI та NDWI для моніторингу та оцінки стану водних екосистем в умовах військового конфлікту.

Мета дослідження полягає у розробці комплексного підходу до використання даних ДЗЗ для оперативного моніторингу стану річкових басейнів, що зазнають військового впливу, та оптимізації процесів прийняття рішень у сфері гідроекологічного менеджменту.

Аналіз останніх досліджень свідчить про зростаючий інтерес наукової спільноти до проблематики оцінки впливу військових дій на екосистеми. Witmer F.D.W. (2015) досліджував можливості використання супутникових даних для оцінки екологічних наслідків військових конфліктів. Gorsevski V. та співавтори (2018) розробили методологію використання часових рядів NDVI для виявлення змін у землекористуванні внаслідок військових дій.

Значний внесок у розвиток методології дистанційного моніторингу зробили Wilson C. та співавтори (2019), які запропонували інтегрований підхід до оцінки стану водних ресурсів у зонах конфлікту. Baumann M. (2020) досліджував можливості використання радарної інтерферометрії та оптичних даних для моніторингу руйнувань гідротехнічної інфраструктури.

Особливої уваги заслуговують дослідження Dennison P.E. (2019), присвячені розробці методів автоматизованого виявлення аномалій у водних екосистемах на основі часових рядів супутникових даних. Maxwell A.E. та співавтори (2021) запропонували методологію комплексного аналізу даних NDVI/NDWI для оцінки стану прибережних екосистем в умовах інтенсивного антропогенного навантаження.

Сучасні дослідження демонструють ефективність використання машинного навчання для аналізу супутникових даних. Zhang L. (2022) розробив алгоритми глибокого навчання для класифікації типів пошкоджень водних об'єктів. Hassan J. та співавтори (2020) запропонували методологію оцінки ризиків забруднення водних ресурсів на основі мультитемпорального аналізу супутникових знімків.

Імплементація геоінформаційних технологій у системи моніторингу дозволяє автоматизувати процеси виявлення змін у річкових басейнах. Dworak T. (2021) розробив методологію інтеграції даних NDVI/NDWI з наземними спостереженнями для калібрування моделей оцінки екологічних ризиків. Palmer K. (2023) запропонував підхід до раннього виявлення загроз водним екосистемам на основі аналізу часових рядів нормалізованих індексів.

Перспективи розвитку даного дослідження характеризуються високим потенціалом практичного застосування та науково-методологічного вдосконалення. Імплементація запропонованих підходів до використання нормалізованих індексів NDVI/NDWI відкриває нові можливості для створення комплексних систем моніторингу екологічного стану річкових басейнів в умовах військового впливу.

Першочергового значення набуває розробка автоматизованих систем раннього попередження про критичні зміни у водних екосистемах. Інтеграція алгоритмів машинного навчання з даними дистанційного зондування дозволить створити прогностичні моделі, здатні передбачати потенційні загрози для водних ресурсів. Thompson L.K. (2023) підкреслює важливість розвитку адаптивних систем моніторингу, що враховують специфіку військового впливу на гідрологічні системи.

Особливої актуальності набуває розробка методології оцінки кумулятивного впливу військових дій на річкові басейни. Chen H. та співавтори (2023) пропонують використовувати комплексний аналіз часових рядів NDVI/NDWI для виявлення довгострокових трендів деградації водних екосистем. Впровадження таких підходів дозволить оптимізувати процеси планування відновлювальних робіт та реабілітації пошкоджених територій.

Важливим аспектом подальших досліджень є вдосконалення методів валідації супутникових даних в умовах обмеженого доступу до територій. Roberts D.M. та співавтори (2024) пропонують використовувати комбінацію даних з різних супутникових систем та безпілотних літальних апаратів для підвищення точності оцінок. Розробка robust-методів верифікації даних ДЗЗ є критично важливою для забезпечення достовірності результатів моніторингу.

Значущість дослідження підкреслюється його міждисциплінарним характером та потенціалом для розвитку нових напрямків у сфері екологічного моніторингу. Anderson P.K. (2023) відзначає, що інтеграція методів дистанційного зондування з сучасними підходами до управління водними ресурсами створює підґрунтя для розвитку інноваційних систем екологічного менеджменту.

Практична значущість дослідження полягає у можливості оперативного виявлення та оцінки масштабів пошкоджень водних екосистем. Williams R.T. (2024) підкреслює важливість розробки стандартизованих методик оцінки екологічної шкоди для забезпечення ефективного функціонування механізмів екологічної компенсації та відновлення.

У контексті міжнародного співробітництва дане дослідження створює методологічну базу для розробки глобальних систем моніторингу екологічних наслідків військових конфліктів. Henderson M.L. та співавтори (2023) наголошують на необхідності створення міжнародних протоколів оцінки та документування екологічної шкоди з використанням стандартизованих методів дистанційного зондування.

Соціальна значущість дослідження проявляється у можливості забезпечення населення актуальною інформацією про стан водних ресурсів та потенційні ризики. Rodriguez C. (2024) підкреслює важливість розробки систем інформування громадськості на основі даних дистанційного моніторингу для підвищення рівня екологічної безпеки.

#### Висновок

Проведений аналіз демонструє, що використання нормалізованих індексів NDVI та NDWI у поєднанні з сучасними методами обробки даних створює ефективний інструментарій для моніторингу стану річкових басейнів в умовах військового впливу. Інтеграція цих технологій у системи підтримки прийняття рішень дозволяє здійснювати оперативну оцінку екологічних загроз, прогнозувати потенційні ризики та розробляти стратегії відновлення пошкоджених екосистем. Особливого значення набуває можливість дистанційного моніторингу територій з обмеженим доступом та автоматизованого виявлення критичних змін у водних об'єктах. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення методів обробки даних ДЗЗ та розробку спеціалізованих алгоритмів для оцінки військового впливу на водні екосистеми.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. P. 1-5. DOI: 10.3997/2214-4609.2022580145.
2. Khilchevskiy V. K., Grebin V. V., Bolbot H. V. River Basins Districts of Ukraine – Comparison with the Map of Russia's Armed Aggression (Summer 2022). 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. P. 1-5. DOI: 10.3997/2214-4609.2022580017.
3. Tsyhanenko-Dziubenko I., Kireitseva H., Demchuk L. Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2023. Vol. 1. P. 1-5. DOI: 10.3997/2214-4609.2023520066.
4. Гребінь В. В. Екологічні наслідки війни на сході України. Екологічний вісник. 2019. №5. С. 10-15.
5. Kireitseva, H., Šerevičienė, V., Zamula, I., & Khrutba, V. (2024). Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. *Journal Environmental Problems*, 9(1), 43–50. <https://doi.org/10.23939/ep2024.01.043>
6. Tsyhanenko-Dziubenko, I., Kireitseva, H., Demchuk, L., & Vovk, V. (2023). Hydrochemical Determination of the Teteriv River and the Kamianka River Eutrophication Potential. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 2023(1), 1-5.
7. I.G. Kotsiuba, G.V. Skyba, I.A. Skuratovskaya, S.M. Lyko. Ecological Monitoring of Small Water Systems: Algorithm, Software Package, the Results of Application to the Uzh River Basin (Ukraine). *Methods and objects of chemical analysis*, Volume 14, No.4, 2019. P. 200-207
8. Patseva I., Lukianova V., Anpilova Y., Mohelnytska L., Herasymchuk O. The ecological assessment of small rivers in Ukraine under conditions of intensive war impact. *Romanian Journal of Geography*. Volume 68(1), 2024. P. 127-134.
9. Iryna Kotsiuba, Vitalina Lukianova, Yevheniia Anpilova, Tetiana Yelnikova, Olena Herasymchuk, Oksana Spasichenko. The Features of Eutrophication Processes in the Water of the Uzh River. *Ecological Engineering & Environmental Technology* 2022, 23(2), 9–15.

## ЗМІНА КЛІМАТУ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА АДАПТАЦІЯ

Бондар Д.С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Дудар Т.М.,  
д.т.н., професор,  
Національний авіаційний університет  
[bondardaria1309@gmail.com](mailto:bondardaria1309@gmail.com)

### ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ВОДНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ АДАПТАЦІЇ

Зміна клімату є одним із найсерйозніших викликів сучасності, що безпосередньо впливає на водні ресурси України. Внаслідок глобального потепління Україна стикається з підвищенням середньорічних температур, зміною режиму опадів, частішими та інтенсивнішими посухами, а також збільшенням кількості екстремальних погодних явищ, таких як паводки та зливи. Ці фактори призводять до зменшення об'єму доступних прісноводних ресурсів, що негативно впливає на сільське господарство, промисловість, енергетику та екологічний стан країни.

Зменшення водності річок та зниження рівня ґрунтових вод стає серйозною загрозою для водопостачання населення та економіки України. За прогнозами, у майбутньому зниження рівня водних ресурсів може значно ускладнити забезпечення водою південних та східних регіонів країни, де ризики дефіциту вже відчуються. Також зміни клімату можуть підвищити ризик забруднення вод, оскільки підвищення температури сприяє розвитку шкідливих мікроорганізмів та збільшує небезпеку цвітіння води у водоймах.

В результаті аналізу експертами розраховані зміни середнього річного водного стоку восьми річкових басейнів України (басейни річок Дніпро, Десна, Прип'ять, Сіверський Донець, Дністер, Південний Буг, Західний Буг, Тиса) для двох майбутніх періодів (2041–2070 рр. та 2071–2100 рр.) за двома сценаріями: «м'який» сценарій РТК 2.6, який відповідно до Паризької угоди передбачає зменшення викидів парникових газів та «жорсткий» сценарій РТК 8.5, який не враховує жодних заходів з адаптації, чи пом'якшення клімату.

Очікувані зміни водного стоку за «жорстким» сценарієм будуть значно помітнішими, що ще раз підкреслює необхідність скорочення викидів парникових газів задля уникнення негативних наслідків. Для річок більшості досліджуваних басейнів очікується суттєве зниження стоку до кінця століття. Найбільші величини зниження стоку очікуються для Прип'яті, Південного Бугу та Дністра і можуть досягти значення мінус 30% в кінці століття.

Для адаптації до зміни клімату Україна має впроваджувати низку заходів, які включають ефективне управління водними ресурсами, модернізацію інфраструктури та впровадження водозберігаючих технологій. Важливим кроком є розвиток систем зрошення у сільському господарстві та підвищення ефективності використання води в промисловості. Необхідно також зосередитись на екологічному відновленні річок та водно-болотних угідь для збереження природних водних екосистем, що сприятиме кращому утриманню вологи у довкіллі. Адаптаційні заходи мають супроводжуватись покращенням моніторингу водних ресурсів та розвитком наукових досліджень у цій сфері.

#### Список використаної літератури

1. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України - Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/vodnist.html>
2. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіз. Доповідь / [С.П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко]; за ред. С. П. Іванюти. – К. : НІСД, 2020. – 110 с.
3. Гавриленко О. Клімат України сьогодні та прогнози на майбутнє / О. Гавриленко // Вища школа. – 2021. – № 5. – С. 89–107.
4. Белоусова К. Російська агресія в Україні пришвидшує зміну клімату Міндовкілля / К. Белоусова. – Режим доступу: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/rosijska-agresiya-v-ukraini-prishvidshuie-zminuklimatu-mindovkill>

Кочура О.Ю.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
науковий керівник: Тихенко О.М.,  
д.т.н., професор кафедри екології,  
Київський авіаційний інститут  
4449935@stud.nau.edu.ua

## ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ В АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ

На сьогодні відновлювані джерела енергії (ВДЕ) надзвичайно актуальні та відіграють основну роль в адаптації до зміни клімату, оскільки дозволяють знизити залежність від викопних палив і суттєво зменшити викиди парникових газів. Це важливо для боротьби зі зміною клімату, яка загрожує екосистемам, економікам і здоров'ю людей у всьому світі. Крім того, розвиток ВДЕ сприяє енергетичній безпеці, зменшує ризики, пов'язані зі змінами на ринках нафти та газу, стимулює створення робочих місць і покращує якість життя, знижуючи забруднення повітря. Впровадження ВДЕ також допомагає адаптувати енергетичні системи до екстремальних погодних умов, роблячи їх більш стійкими та надійними.

Ключовим аспектом впливу відновлюваних джерел енергії на адаптацію до змін клімату є їх здатність знижувати вразливість енергетичних систем і суспільства загалом перед екстремальними кліматичними подіями та змінами в екосистемах. Загалом можна виділити кілька основних чинників цього впливу:

- *децентралізація та стійкість енергосистем* (ВДЕ, такі як сонячні панелі та вітрові турбіни, можуть бути розташовані локально та створювати децентралізовані енергосистеми. Такий підхід підвищує стійкість енергопостачання до кліматичних катастроф, таких як шторми, посухи чи повені, які можуть вивести з ладу великі центральні електростанції. Децентралізована генерація енергії дозволяє забезпечити живлення навіть в умовах пошкодження основних енергетичних мереж);
- *зменшення викидів парникових газів і уповільнення кліматичних змін* (ВДЕ допомагають скоротити викиди вуглецю, що є ключовим фактором глобального потепління. Хоча зменшення викидів само по собі є способом пом'якшення наслідків зміни клімату, воно також впливає на адаптацію, адже сповільнення кліматичних змін дає більше часу для підготовки інфраструктури, розвитку захисних стратегій і перерозподілу ресурсів);
- *підвищення енергетичної безпеки та незалежності* (Використання локальних відновлюваних джерел енергії знижує залежність від імпорту викопного палива, який може бути нестабільним в умовах глобальних кліматичних викликів. Це особливо важливо для країн з обмеженими природними ресурсами, які можуть використовувати ВДЕ для створення незалежної та стабільної енергетичної системи, знижуючи ризики енергетичних криз);
- *адаптація сільського господарства до кліматичних умов* (ВДЕ допомагають забезпечити стабільне електропостачання для систем зрошення, охолодження та інших технологій, необхідних для підтримки врожайності в умовах частіших посух та екстремальних температур. Сільське господарство може використовувати ВДЕ для забезпечення надійного живлення систем управління водними ресурсами, що робить аграрний сектор більш стійким до змін клімату);
- *розвиток технологій зберігання енергії* (Використання відновлюваних джерел сприяє розвитку систем накопичення енергії, які здатні забезпечити безперебійне постачання в періоди пікових навантажень або екстремальних погодних явищ. Акумуляторні системи та інші інноваційні методи зберігання енергії роблять енергетичну інфраструктуру більш гнучкою, стійкою та пристосованою до непередбачуваних кліматичних змін);
- *поліпшення якості життя та підтримка громадського здоров'я* (Перехід на чисті ВДЕ допомагає зменшити рівень забруднення повітря, що є значущим фактором здоров'я, особливо в умовах зростання кліматичних ризиків для населення. Забруднення від спалювання викопного палива впливає на стан здоров'я людей, а зниження його рівня завдяки ВДЕ зменшує захворюваність на респіраторні та серцево-судинні хвороби, підвищуючи загальну стійкість громад до кліматичних викликів);
- *сприяння розвитку зеленої інфраструктури* (Використання ВДЕ стимулює розвиток інфраструктури з низьким рівнем викидів, яка знижує вплив на екосистеми. Це включає будівництво енергоефективних будівель, розвиток електротранспорту та інших технологій з низьким вуглецевим слідом, що також сприяє адаптації міст і сільських територій до підвищення температур і зміни природних умов).

Хоча відновлювані джерела енергії (ВДЕ) мають численні екологічні та економічні переваги, їх використання також має певні негативні аспекти, основні з яких:

- *вплив на екосистеми та біорізноманіття* (Великі сонячні та вітрові ферми займають значні площі, що може призводити до деградації природних середовищ і загрожувати місцевим екосистемам. Вітрові турбіни можуть бути небезпечними для птахів і кажанів, оскільки обертові лопаті можуть спричиняти їх загибель. Будівництво гідроелектростанцій впливає на річкові екосистеми, змінюючи хід річок і впливаючи на життя риб та інших водних видів);

- *нестабільність виробництва енергії* (Сонячні панелі та вітрові турбіни генерують енергію лише за відповідних умов (сонячне світло чи вітер). Це створює проблеми зі стабільністю подачі енергії, особливо в періоди пікових навантажень або в регіонах з нестабільною погодою. Для стабільного постачання енергії потрібно поєднувати кілька джерел або впроваджувати потужні системи зберігання, які допомагають забезпечити постійну подачу, що потребує значних додаткових інвестицій);

- *вплив на ландшафт і шумове забруднення* (Вітрові турбіни та великі сонячні установки можуть змінювати природний ландшафт, що часто викликає негативну реакцію місцевих громад, особливо в рекреаційних зонах. Вітрові турбіни створюють шум під час роботи, що може бути проблемою для місцевих жителів і негативно впливати на якість їхнього життя);

- *висока вартість і складність утилізації* (Сонячні панелі, акумулятори та вітрові турбіни містять рідкісні та важко утилізовані матеріали, такі як літій, кобальт, неорганічне скло тощо. З часом утилізація цих елементів стає екологічною проблемою. Встановлення відновлюваних джерел енергії потребує значних капіталовкладень, особливо в період впровадження, що може бути фінансово недоступним для деяких країн та регіонів);

- *потреба в значних ресурсах для виробництва* (Виготовлення сонячних панелей, вітрових турбін та акумуляторів вимагає значної кількості рідкісних металів, таких як літій, кобальт, нікель та інші. Видобуток цих матеріалів часто пов'язаний з екологічними та соціальними проблемами, такими як деградація земель, забруднення водних ресурсів і порушення прав місцевих громад. Виробництво та транспортування матеріалів для ВДЕ, таких як панелі або турбіни, вимагає енергії, що зменшує екологічні переваги їх використання на початкових етапах);

- *складності зі зберіганням енергії* (ВДЕ, особливо сонячна і вітрова енергія, потребують ефективних систем зберігання для забезпечення стабільності постачання. Технології зберігання, як-от акумуляторні батареї, ще мають високу вартість, обмежений термін служби та проблеми з утилізацією, що підвищує вартість інфраструктури та створює додаткові екологічні виклики);

- *економічні виклики та інфраструктурні вимоги* (Для інтеграції ВДЕ в енергосистеми потрібні значні зміни в інфраструктурі електромереж. Це потребує додаткових інвестицій і координації, особливо в регіонах зі старою мережею, що може бути фінансово та технічно складно. Незважаючи на зниження цін на ВДЕ, традиційна енергетика (нафта, газ) часто залишається дешевшою, особливо за відсутності субсидій та підтримки для ВДЕ. Це може ускладнити перехід на чисту енергію).

На сьогоднішній день відновлювані джерела енергії (ВДЕ) виступають важливим елементом у боротьбі зі змінами клімату та зменшенні залежності від викопних палив. Вони сприяють зниженню викидів парникових газів, підвищують енергетичну безпеку, створюють робочі місця та позитивно впливають на здоров'я населення. Водночас ВДЕ мають певні виклики: нестабільність виробництва енергії, вплив на природне середовище, значні витрати на встановлення та утилізацію матеріалів. Незважаючи на це, технологічний прогрес і розвиток систем зберігання енергії допомагають поступово мінімізувати ці недоліки. Впровадження ВДЕ, попри всі складнощі, залишається перспективним кроком для забезпечення стійкого та екологічного майбутнього.

*Казукіна А.М.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
асистент кафедри наук про Землю,  
Гальчин М. В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
Державний університет «Житомирська політехніка»,  
[nz2\\_gmv@student.ztu.edu.ua](mailto:nz2_gmv@student.ztu.edu.ua)*

## ПРИРОДНІ ПОЖЕЖІ ЯК ЗАГРОЗА ЕКОЛОГІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ УКРАЇНИ

Природні пожежі становлять серйозну загрозу екологічній безпеці України, являючи собою неконтрольований процес горіння, що стихійно виникає і розповсюджується в доквіллі. Такі пожежі супроводжуються інтенсивним виділенням тепла, диму та світловим випромінюванням, створюючи небезпеку не лише для людей, але й завдаючи значної шкоди об'єктам господарської діяльності та навколишньому середовищу. Особливу тривогу викликає той факт, що 90% усіх природних пожеж спричинені людською діяльністю [1, 10]. Основними антропогенними факторами є необережне поводження з вогнем, зокрема спалювання сухої трави та листя, паління в лісових масивах, залишення без нагляду багаття. Лише 10% пожеж виникають через природні причини, такі як блискавки, виверження вулканів чи самозаймання [1]. В Україні виділяють чотири основні типи лісових пожеж: низові, верхові, підземні та пожежі дуплистих дерев. Найпоширенішими є низові пожежі, частка яких складає близько 80% усіх випадків. Особливо небезпечними є верхові пожежі, які можуть поширюватися зі швидкістю до 25 км за годину, створюючи полум'я висотою понад 100 метрів [2].

Статистика 2022 року свідчить про критичний стан проблеми: зафіксовано 647 пожеж у природних екосистемах, які завдали прямих збитків на суму 142 млн 267 тис. грн та побічних збитків у розмірі 203 млн 535 тис. грн. Найбільш вразливими до пожеж є Херсонська, Миколаївська, Луганська, Донецька, Полтавська області та АР Крим [3]. Екологічні наслідки природних пожеж катастрофічні: знищення лісових масивів, втрата біорізноманіття, забруднення повітря, що негативно впливає на здоров'я населення. Спостерігається масова міграція тварин і птахів із територій, охоплених вогнем. У 2022 році внаслідок пожеж у природних екосистемах загинуло 2 людини, що підкреслює також соціальний аспект проблеми [3]. Дослідження показують, що фізико-хімічні фактори лісових пожеж, включаючи підвищену температуру повітря, яка може сягати 200-300°C, та наявність токсичних речовин у димі, зокрема чадного та вуглекислого газів, становлять серйозну небезпеку [4]. Особливо негативним є вплив тонких дисперсних частинок, які здатні проникати глибоко в легені та потрапляти в кровообіг.

Наслідки лісових пожеж мають комплексний характер і включають деградацію водозбірних площ, зникнення рослин і тварин, зменшення біорізноманіття, порушення природної регенерації лісів та зміну мікроклімату регіонів. Особливо гостро постає проблема збільшення викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу, що посилює ефект глобального потепління [5]. Статистика останніх років демонструє тенденцію до збільшення кількості та масштабів лісових пожеж, що підтверджується даними по різних регіонах України, зокрема, у 2020 році було зафіксовано кілька надзвичайних ситуацій державного рівня, які призвели до значних економічних збитків та людських жертв [6].

В умовах зростаючої загрози лісових пожеж особливої актуальності набуває питання ефективного захисту лісових ресурсів України. Державні лісгосподарські підприємства, що функціонують у сфері управління Держфінпослуг, демонструють найвищу спроможність щодо виявлення та гасіння лісових пожеж завдяки впровадженню сучасних систем відеоспостереження.

Проте існуюча матеріально-технічна база характеризується критичним рівнем зношеності - близько 80% пожежних машин експлуатуються понад 30-40 років, що створює значні ризики для персоналу під час ліквідації пожеж [7]. Для оперативного реагування в Україні активно використовуються малі пожежні модулі водомісткістю до 1 тонни та базовий набір ручного протипожежного інвентарю [7].

Однак ефективність протипожежних заходів суттєво обмежується відсутністю централізованого фінансування з державного бюджету. Особливо гостро ця проблема постає для лісгосподарських підприємств південних та східних областей України, які через низьку лісистість та посушливий клімат не мають достатніх власних доходів для забезпечення належного рівня протипожежного захисту.

Ситуація ускладнилась згоранням у 2016 році системи пожежної авіації, яка забезпечувала моніторинг пожежної безпеки, патрулювання лісів та підготовку спеціалізованого персоналу. Хоча авіація ДСНС України залучається до гасіння великих пожеж, це відбувається лише в умовах оголошеної надзвичайної ситуації [8]. Для забезпечення раціонального використання та збереження лісових ресурсів необхідне впровадження комплексної державної програми модернізації протипожежного обладнання та

відновлення системи авіаційного моніторингу, що дозволить підвищити ефективність попередження та ліквідації лісових пожеж.

Але дотримуючись деяких правил вже сьогодні можна зменшити ризик пожеж та забезпечити більшу стійкість екосистем країни та власного добробуту. Створення однопородних насаджень хвойних лісів в Україні є поширеною та усталеною практикою. Однак через зміну клімату такі ліси більш схильні до пожеж і посухи, ніж змішані ліси місцевих видів. Натомість листяні та змішані ліси мають більш стабільний мікроклімат і менш вразливі до температурних коливань. Також, необхідно запровадити практику та політику управління лісами, спрямовану на наближене до природи та адаптоване до клімату лісове господарство [9]. Це передбачає створення змішаних і різновікових лісів замість однопородних, відмову від суцільних рубок та висадку місцевих видів дерев. Важливо надати охоронний статус старовіковим та природним лісам, які є середовищем існування рідкісних видів.

Додатково, слід відновити заболочені території, які раніше були осушені, адже вони здатні накопичувати та зберігати вологу, зменшуючи ризик пожеж. Необхідно припинити втрату природних комплексів України через освоєння земель для інтенсивного сільськогосподарства, натомість відновлювати частину орних земель під луки, ліси та степи.

З наукової точки зору необхідно не тільки негайно припинити розорювання нових площ, а й відновити частину орних земель під луки, ліси, степ та інші природні системи; створення мозаїчного ландшафту, який утримуватиме воду та захищатиме територію від посухи.

Сучасний стан пожежної безпеки на території України свідчить про існуючі проблеми та загрози. Природні пожежі стали більш поширеними та інтенсивними внаслідок кліматичних змін та невідповідності екологічних практик. Існуючі заходи пожежної безпеки потребують удосконалення та координації. Співпраця між державними органами, громадськими організаціями та населенням важлива для зменшення ризику природних пожеж і їхніх наслідків.

Розуміння властивостей та типів пожеж допомагає розробляти кращі методи їхнього прогнозування та ліквідації. Аналіз даних з минулих інцидентів грає важливу роль у створенні моделей та прогнозуванні майбутніх ситуацій.

Окрім того, важливою складовою комплексного підходу до вирішення проблеми природних пожеж є міжнародна співпраця та обмін досвідом. Україні необхідно приєднатися до спільних ініціатив та програм з протидії лісовим пожежам, які реалізуються в Європейському Союзі та інших регіонах світу. Це дозволить запозичити найкращі практики, залучити додаткове фінансування та технічну підтримку для модернізації системи пожежогасіння. Управління лісами – це довгостроковий виклик. Проте ефект буде значним і позитивним для лісового господарства, збереження біорізноманіття та запобігання пожежам. Якщо цього не зробити, це може призвести до втрати дорогоцінного часу на адаптацію до зміни клімату та підвищення нашої здатності протистояти майбутнім стихійним лихам, у тому числі пожежам.

#### Список використаної літератури

1. Причини виникнення лісових пожеж. URL: <https://nais-n.com.ua/pro-pozhezhi/prychyny-vynykennya-lisovyh-pozhezhi/> (дата звернення: 05.11.2024).
2. Природні пожежі. URL: [http://megalib.com.ua/content/8812/Prirodni\\_pojeji.html](http://megalib.com.ua/content/8812/Prirodni_pojeji.html) (дата звернення: 05.11.2024).
3. Аналітична довідка про пожежі в Україні за 12.2022. URL: <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/1/6/0/8/6/7/7/analitychna-dovidka-pro-pojeji-122022.pdf> (дата звернення: 05.11.2024).
4. Причини та профілактика лісових пожеж. URL: <https://dolynske-gromada.gov.ua/news/1710752641/> (дата звернення: 05.11.2024).
5. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Аналіз стану атмосферного повітря міста Житомира. Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки. 2024. Вип.1. С. 77-81.
6. Пацев І.С., Барабаш О.В., Пацева І.Г. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми Житомирщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 5 (50). С. 114–118. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.16>
7. Коваль М. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану : практич. посіб. Львів, 2023. 308 с. URL: <https://dsns.gov.ua/upload/1/9/2/4/3/5/9/diyi-dsns-objednana-kniga-compressed.pdf> (дата звернення: 05.11.2024).
8. Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій: матеріали XV Міжнар. наук.-практич. конф. (Черкаси, 25 квітня 2024 р.). Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024. 274 с.
9. Пацева І.Г., Кагукіна А.М., Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 6(51). С. 156-159.
10. Пацева І., Барабаш О., Мельник-Шамрай В., Пацев І. Екологічна оцінка впливу пожеж у природних екосистемах на стан екологічної безпеки Житомирської області. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. № 3. С. 59-65.



Щипка М.Д.,  
Лицеїстка групи Л-33  
Івано-Франківського наукового фізико-технічного ліцею  
Івано-Франківської обласної ради  
Науковий керівник: Побігун О.В.,  
канд.геогр.н., доцент кафедри туризму  
Івано-Франківський національний університет нафти і газу  
shchypka.mariia@ftl.if.ua

### ЗМІНА КЛІМАТУ: ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ

Зміна клімату – серйозна загроза, на яку потрібно терміново реагувати. Кліматична криза та втрата біорізноманіття є найбільшими викликами нашого часу. Підвищення глобальних температур має глибокий вплив на клімат, і ці наслідки будуть ще серйознішими у найближчі роки. Для зупинення підвищення температури до 1,5°C потрібно скоротити викиди парникових газів на 50% до 2030 року (IPCC). До парникових газів відносять діоксид вуглецю, оксид азоту, водяна пара, метан, озон.

Клімат природно змінюється через такі фактори як океанські течії, вулканічна активність, сонячна радіація та великі кліматичні події. Однак за останні роки клімат суттєво змінився саме через діяльність людини. Глобальні температури зросли через викиди CO<sub>2</sub> від спалювання викопного палива, неконтрольованої вирубки лісів, бездумного втручання в природні екосистеми. Постійні пожежі та обстріли міст призвели до потрапляння великої кількості токсичних хімічних речовин у довкілля. Тому ці фактори разом спричиняють зміну клімату та глобальне потепління. За останні сто років концентрація CO<sub>2</sub> збільшилася на 40%, метану – в 2,4 рази, закису азоту – на 20%. Останні 11 з 12 років були найтеплішими від початку вимірювання температури (1850 р.). Рівень світового океану зростає на 1,8 мм щорічно з 1961 по 2003, а з 2003 – на 3,1 мм. Арктичні льодовики тануть із швидкістю 2,7% за десятиліття.

Через глобальне потепління ми отримуємо низку не дуже позитивних наслідків:

- підвищення рівня Світового океану через танення льодовиків,
- збільшення інтенсивності та частоти екстремальних погодних умов,
- дефіцит питної води і низька врожайність, що може призвести до голоду,
- закислення океану та руйнування коралових рифів,
- втрата біорізноманіття,
- зростання захворюваності на малярію та лихоманку денге.

Існує така думка, що з глобальним потеплінням в світі стане лише тепліше, але насправді на нас чекають зміни клімату, які тягнуть за собою такі екстремальні природні явища, як посухи, повені, сильні урагани, затоплення прибережних районів і поселень, аномальні температури. Через проблему зміни клімату вже до кінця цього століття сотням мільйонів людей, флорі та фауні загрожує вимирання.

Зміна клімату це не тільки про катастрофи соціального характеру, а й глобальні екологічні проблеми. Зміна клімату є актуальною темою в політиці, проте її економічний вплив оцінюється як невеликий порівняно з іншими факторами, такими як продуктивність праці та технології. Незважаючи на високий рівень невизначеності в прогнозах, правильні дії на місцевому рівні можуть мати значний позитивний ефект на екологію. Якщо нічого не робити то глобальність трагедії неминуча, нам не потрібно запитувати себе, чи відбуваються зміни клімату, і чи спричинені вони діяльністю людини. Натомість ми повинні спитати себе: “Що можу зробити саме я і зараз?”. Виявляється, чимало.

Дослідження 2017 року, проведене в співавторстві з доцентом Кімберлі Ніколасом, оцінило ефективність 148 заходів, які може здійснити кожна окрема людина щодня. На першому місці як не дивно виявилася відмова від поїздок автомобілем. Замініть освітлення у своєму домі на енергозберігаюче – світлодіодні лампи. Встановіть лічильники теплої води, газу та за можливості прилади, що регулюють споживання цих ресурсів. Утепліть будинок. Вимикайте світло та прилади, коли ви не використовуєте їх. Замініть ванну на душ і встановіть на змішувач насадку-аератор. Вживайте органічні та сезонні продукти місцевого виробництва. Не викидайте відходи, а здавайте їх на переробку. Використовуйте безфосфатні миючі засоби. Намагайтесь їсти менше м'яса, молока, сиру та яєць, адже інтенсивне агро-індустріальне тваринництво є руйнівним для довкілля. Надавайте перевагу альтернативам рослинного походження. Зменшуйте споживання продуктів із пальмовою олією, адже для її виробництва вирубають тропічні ліси. Висаджуйте дерева. Підтримуйте діяльність природних і регіональних ландшафтних парків та заповідників.

Гурей М.І.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Адаменко Я.О.,  
Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології  
mykhailo.gurei-a10124@nung.edu.ua  
Мосюк М.І.,  
к.т.н., доц., доцент кафедри екології,  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
mykola.mosiuk@nung.edu.ua

## ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ЯК ПРОЦЕСУ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Зростаюча нагальність протидії зміні клімату підкреслює необхідність сталих і ефективних рішень для зменшення викидів парникових газів (ПГ). Енергетична верба *Salix*, завдяки своїй високій продуктивності біомаси та екологічній стійкості, пропонує перспективний підхід до декарбонізації та пом'якшення наслідків змін клімату. У цій роботі досліджується роль енергетичної верби *Salix* у секвестрації вуглецю, виробництві відновлюваної енергії та відновленні екосистем, із використанням результатів наукових досліджень для демонстрації її впливу.

Дослідження показали, що енергетична верба *Salix* може секвеструвати значні обсяги діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) протягом усього життєвого циклу. Зокрема, дослідження у Швеції показало, що плантації верби можуть секвеструвати до 3,7 тис.  $\text{CO}_2$  на гектар щорічно, причому вуглець зберігається як у біомасі, так і в кореневих системах. Крім того, довготривалі випробування у Великій Британії виявили збільшення вмісту органічного вуглецю в ґрунті на 20% протягом десятиліття вирощування.

Щодо виробництва відновлюваної енергії, енергетична верба *Salix* показала чудову ефективність як джерело біомаси. Випробування в Польщі та Німеччині виявили, що верба може давати від 8 до 12 тис. сухої біомаси на гектар щороку, залежно від ґрунтових і кліматичних умов. Використання цієї біомаси для виробництва енергії може генерувати 200–300 ГДж енергії на гектар, що суттєво знижує залежність від викопного палива[1].



Рис.1. Плантації енергетичної верби та виробництво твердого біопалива.

Окрім виробництва енергії, енергетична верба сприяє відновленню екосистем. Дослідження у деградованих районах Центральної Європи показали, що плантації верби зменшили ерозію ґрунту на 45% і покращили водоутримуючу здатність завдяки поліпшенню структури ґрунту.

Використання енергетичної верби *Salix* у стратегіях декарбонізації відповідає міжнародним зобов'язанням щодо обмеження підвищення температури. Аналіз життєвого циклу, проведений у Данії, продемонстрував, що біоенергетичні системи на основі верби скоротили викиди ПГ на 70% порівняно з вугільними системами[2]. Цей показник враховує викиди від посадки, збору врожаю та переробки, що додатково підкреслює її здатність створювати негативний вуглецевий баланс.

Крім того, адаптивність верби до маргінальних земель робить її цінним інструментом у регіонах, вразливих до змін клімату. Наприклад, проект в Україні, що використовує енергетичну вербу *Salix* на територіях, схильних до повеней, зменшив ризики затоплення, одночасно забезпечуючи сталий енергетичний ресурс для місцевих громад. Дослідження показало, що ці плантації зменшили вплив інтенсивних опадів, покращуючи здатність ґрунту до поглинання води та знижуючи стік.

Соціально-економічні переваги вирощування верби також були задокументовані. У Швеції проект, що залучав дрібних фермерів, показав зростання доходів домогосподарств на 15%, завдяки продажу біомаси до місцевих біоенергетичних станцій. Інтеграція верби в програми сільського розвитку у Східній

Європі створила робочі місця у сфері посадки, збору та переробки, сприяючи сталому економічному зростанню.

Незважаючи на свій потенціал, широкомасштабне впровадження енергетичної верби *Salix* стикається з викликами. Економічна життєздатність залишається важливим питанням, оскільки біоенергетичні системи повинні конкурувати за вартістю із дешевими викопними паливами. Критично важливими є також сталі методи управління для запобігання надмірній експлуатації земельних ресурсів.

Внаслідок російської агресії у 2022–2024 роках Україна зазнала значних втрат в енергетичній інфраструктурі. За офіційними даними, 70% електрогенеруючих потужностей було знищено або частково пошкоджено, що створило серйозну загрозу для енергетичної безпеки країни. У таких умовах важливість відновлених джерел енергії (ВДЕ), включаючи тверде біопаливо, суттєво зростає. Станом на 2023 рік частка ВДЕ у виробництві електроенергії в Україні становила 22%, включаючи великі гідроелектростанції. Це суттєво нижче, ніж середній рівень у Європі (42%). У структурі постачання первинної енергії біопаливо займає 3,4%, що свідчить про його важливу, але недостатньо реалізовану роль у забезпеченні енергетичної стабільності[3]. Тверде біопаливо, зокрема пелети, брикети та тріска з енергетичних культур (як-от верба, міскантус) та аграрних відходів, є важливим джерелом енергії для обігріву будівель, промислових котелень та когенераційних установок.

Тверде біопаливо, яке виготовляється з аграрних залишків, лісових відходів або спеціально вирощених енергетичних культур (наприклад, *Salix* або міскантус), є одним із найбільш ефективних рішень для зменшення викидів вуглецю. У контексті глобальної боротьби зі зміною клімату та переходу до низьковуглецевої економіки його використання є стратегічним. Біомаса, з якої виготовляється тверде біопаливо, поглинає CO<sub>2</sub> під час свого росту. Коли це паливо спалюється, в атмосферу виділяється приблизно така ж кількість CO<sub>2</sub>, яку рослина абсорбувала. Таким чином, біопаливо не додає «додаткового» вуглецю в атмосферу, як це робить викопне паливо (вугілля, газ, нафта). За умов сталого управління цей процес є вуглецево-нейтральним. Дослідження Державного агентства з енергоефективності показують, що заміна газу чи вугілля на тверде біопаливо дозволяє зменшити викиди CO<sub>2</sub> на 91% у порівнянні з традиційними джерелами енергії. Наприклад, 1 тонна пелет із біомаси може замінити до 500 м<sup>3</sup> природного газу, запобігаючи викидам близько 1,1 тонни CO<sub>2</sub>[4]. Крім CO<sub>2</sub>, тверде біопаливо виділяє значно менше інших шкідливих речовин, таких як сірчистий газ (SO<sub>2</sub>) та оксиди азоту (NO<sub>x</sub>), які спричиняють кислотні дощі та забруднення повітря. У порівнянні з вугіллям, викиди SO<sub>2</sub> при спалюванні біопалива є в десятки разів нижчими.

Подальші дослідження повинні зосередитися на вдосконаленні методів вирощування, включаючи селекційні програми для розробки високопродуктивних і стійких до хвороб сортів. Дослідження нових способів використання біомаси верби, таких як виробництво біовугільного палива, можуть ще більше підвищити її секвестраційні можливості та економічну цінність.

Результати досліджень підкреслюють значний потенціал енергетичної верби *Salix* у сприянні глобальній декарбонізації та боротьбі зі зміною клімату. Її здатність секвеструвати вуглець, виробляти відновлювану енергію та відновлювати деградовані екосистеми робить її цінним ресурсом для досягнення цілей сталого розвитку. Розширення її використання вимагатиме скоординованих зусиль у сферах досліджень, політики та промисловості. Зі стратегічною реалізацією енергетична верба *Salix* може відіграти трансформаційну роль у вирішенні подвійного виклику зміни клімату та енергетичної безпеки.

#### Список використаної літератури

1. Bioenergy Europe. Інформація про біоенергетику в Європі. – Режим доступу: <https://bioenergyeurope.org/> (дата звернення: 07.11.2024).
2. Кубрак О. В., Сапронов Ю. О. Технології вирощування енергетичних культур для біоенергетики // Вісник аграрної науки. – 2018. – № 5(12). – С. 30–35. – Режим доступу: <http://visnyk.agro.gov.ua>.
3. Шевчук О. Г. Екологічна оцінка вирощування енергетичних культур на деградованих землях // Український журнал екології. – 2019. – Т. 9. – № 1. – С. 66–72. – DOI: 10.15421/2019\_9.
4. Сіренко І. О., Петренко В. В. Використання енергетичної верби для виробництва твердого біопалива: досвід і перспективи // Енергетика та довкілля. – 2017. – Т. 4. – № 2. – С. 18–24.

## ВПЛИВ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРА НА ЗМІНУ ГЛОБАЛЬНОГО КЛІМАТУ

Кліматична система Землі є надзвичайно складною. До зовнішніх, тобто астрономічних, кліматичних факторів відносяться активність Сонця, положення та рух Землі в Сонячній системі, нахил осі обертання Землі до площини орбіти та її прецесія. Ці чинники визначають як рівень сонячної радіації Землі (сонячну радіаційну експозицію). До другої групи кліматоутворюючих факторів (геофізичних), пов'язаних із властивостями Землі як планети, відносяться: розміри та маса планети, швидкість обертання навколо осі, власні гравітаційні та магнітні поля, внутрішні геотермальні джерела тепло та властивості поверхні планети, що визначають її взаємодію з атмосферою [1]. На жаль, до сьогодні немає однозначності у розумінні визначальних причин сучасного потепління клімату на Землі та можливостей людства у вирішенні цієї глобальної проблеми. Багато вчених вважають, що відносна безуспішність розкриття таємниць глобального потепління клімату на Землі пояснюється складністю кліматичної системи, що вивчається, і недостатньо повним обліком комплексного впливу на клімат планети таких динамічних систем, як Світовий океан, атмосфера, криосфера, біосфера, включаючи елементи біотичної клімату планети, а нині – впливу значного зростання населення.

**Актуальність.** Як відомо, основними метеорологічними факторами клімату є вага та хімічний склад атмосфери [2]. Вага атмосфери визначає її механічну та теплову інерцію, її здатність як теплоносія передавати теплоту від нагрітих тіл до холодніших. Без атмосфери Землі був «місячний» клімат, тобто клімат радіаційного балансу, але атмосферне повітря є сумішшю газів, різних рідких і твердих аерозолів, які відіграють провідну роль у формуванні клімату. Не можна не враховувати хімічний склад атмосфери і ролі Світового океану. Сучасні дослідження роблять акцент на ролі Світового океану як невід'ємної частини кліматичної системи [3]. Він має надзвичайно важливу роль як великий резервуар CO<sub>2</sub>, який здатний поглинати надлишок CO<sub>2</sub> за одних умов і виділяти CO<sub>2</sub> в атмосферу за інших умов.

Таким чином, такі екологічні проблеми як: глобальне потепління клімату Землі, доля озонового шару в стратосфері, замкнутість глобальних біогеохімічних кругобігів обґрунтовано привертають велику увагу. Сумний парадокс полягає в тому, що, незважаючи на переконливо обґрунтовану в науковій літературі первинність третьої з цих проблем, відсутнє належне розуміння концептуально важливої обставини, в якій основне значення має послідовність подій: соціально-економічний розвиток (стимульований зростанням чисельності населення планети), антропогенно-екологічний вплив на біосферу та наслідки подібних впливів на навколишнє середовище.

**Викладення основного матеріалу.** За останні 45 років середньорічна приземна температура повітря підвищилася приблизно на 1<sup>o</sup>C: тануть льодовики, підвищується рівень Світового океану. В останньому голоцені виникли цивілізації в яких зміна концентрацій CO<sub>2</sub> як основного парникового газу в тропосфері пішла зовсім іншим шляхом. У попередні міжльодовикові періоди на клімат планети впливали лише природні фактори, вони і зараз продовжують впливати. За останні сторіччя природа піддавалася інтенсивним впливам, що ведуть до структурно-організаційної деградації. Таким чином, сучасне потепління клімату – це антропогенно-екологічна дійсність. Можна припустити, що неминуча зміна клімату та інших природних умов на поверхні Землі з'явиться початком руху до нової глобальної квазірівної ваги. Останні 60 років в історії людства характеризуються триразовим збільшенням чисельності населення Землі. Ця «нова геологічна сила» при хижацькій технократичній цивілізації і варварському ставленні до природи породила десятки суперглобальних проблем, включаючи: деградацію і руйнування біосфери, значне скорочення видового розмаїття біоти, масштабне знищення лісів, антропогенне опустелювання земель і т.д., що і призвело до розбалансування кліматичної системи Землі, тобто до зниження природних механізмів стабілізації клімату, до зменшення рівнів стоків основного парникового газу - CO<sub>2</sub> та його накопичення в тропосфері, а отже, до потепління клімат на планеті. Зростання антропогенного та екологічного впливу чисельного населення на природу різко посилює багато явищ, які є надзвичайно небезпечними для живої матерії та людини. Так, з кожним роком на Землі зникає від 100 до 1000 видів біоти з мільйона; збільшується глобальна озонова діра (через охолодження стратосфери); понад 10% населення світу голодує; виникають обмеження на використання прісної води та посівних площ; зникають лісові екосистеми – найважливіші природні джерела накопичення CO<sub>2</sub> у тропосфері. На міжнародному рівні (переважно політиками) приймаються рішення, що дезорієнтують, спрямовані на вузькотехнологічне зниження викидів CO<sub>2</sub> в тропосферу, в тому числі за рахунок його уловлювання з димових газів електростанцій, що не має сенсу, враховуючи, що

зростання промислові викиди CO<sub>2</sub> становлять менше 10% від рівня його накопичення у тропосфері. Вихід із кризи бачиться у зміні вектора розвитку економіки та екологізації всіх сфер людської діяльності, включаючи стабілізацію чисельності населення та відновлення найважливіших природних регуляторів екосфери, у тому числі клімат планети.

Енергетична безпека залежить від багатьох факторів, серед яких — наявність енергоресурсів, доступність енергії, вплив на довкілля, соціальні аспекти, міжнародні відносини, ефективність уряду та технологічний розвиток. Останні військові конфлікти й конкуренція на геополітичній арені підкреслюють значення міжнародних у забезпеченні енергетичної стабільності відносин країни.

Важливою є також ефективність державної влади та рівень корупції, які мають вплив на здатність уряду швидко реагувати на новій глобальний виклик.

Війна в Україні, що спричинила проблеми з енергозабезпеченням в Європі, яскраво показала, що важливою є енергетична безпека. Енергетична безпека під час війни є критично важливою для стабільного функціонування країни та підтримки обороноздатності. Її забезпечення залежить від кількох ключових факторів:

1. Різноманітність і диверсифікація джерел енергії: зменшення залежності від імпортованих енергоносіїв, особливо з країн-агресорів; розвиток альтернативних джерел енергії (сонячна, вітрова, гідроенергетика); використання місцевих ресурсів, таких як вугілля, біомаса тощо.

2. Інфраструктурна стійкість: захист енергетичних об'єктів від атак (фізичних та кібератак); резервні потужності для генерації та розподілу енергії; модернізація електромереж, зокрема впровадження розумних мереж (smart grid).

3. Резерви та стратегічні запаси: запаси палива (газу, нафти, вугілля) на випадок перебоїв із постачанням; резервні джерела енергопостачання, зокрема мобільні генератори та акумуляторні системи.

4. Міжнародна співпраця та підтримка: постачання енергоресурсів і обладнання від партнерських країн; інвестиції в енергетичну інфраструктуру з боку міжнародних організацій.

5. Енергетична ефективність та економія: зниження споживання енергії в громадських і приватних секторах; програми енергоефективності для будівель і підприємств.

6. Швидке відновлення пошкодженої інфраструктури: мобільні ремонтні бригади; наявність запасних матеріалів для відновлення енергетичних об'єктів.

7. Забезпечення населення енергією: розподіл альтернативних джерел для обігріву та освітлення (пічки, генератори, батареї); інформаційна кампанія щодо зменшення споживання енергії в критичні періоди.

Умови війни вимагають поєднання стратегічного планування, технологічного прогресу та міжнародної співпраці, щоб забезпечити стабільну роботу енергосистеми та уникнути катастрофічних наслідків для економіки та населення.

**Висновки.** Найважливішою причиною сучасного потепління клімату є економічна діяльність населення, яке постійно збільшується. Така тенденція пов'язана з значним збільшенням темпів неефективного використання природних ресурсів, вкрай небезпечним забрудненням навколишнього середовища надтоксичними речовинами. Проблема доступності енергії була актуальною ще з ранніх етапів розвитку цивілізації, але питання енергетичної безпеки набуло особливої ваги у XX столітті. До цього додалися проблеми глобального потепління, вплив використання викопного палива на клімат, фінансові кризи 2008 і 2020 років, пандемія COVID-19 та повномасштабне вторгнення росії в Україну в 2022 році. І це далеко не повний перелік викликів. З огляду на постійні зміни в глобальній ситуації, енергетична безпека стає більш вразливою, що вимагає регулярного моніторингу та посиленого захисту. Тому, потрібні глибокі якісні зміни технологій виробництва, стереотипів цінностей та забезпечення права людей на безпечне середовище життя. Реальна економізація та екологізація всіх сфер людської діяльності повинні стати основним соціально-економічним мотивом подальшого розвитку. Для цього будуть потрібні об'єднані зусилля всіх країн планети.

### Перелік інформаційних джерел

1. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / [С.П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко]; за ред. С. П. Іванюти. – К. : НІСД, 2020. – 110 с

2. Лір В. Е. Національна енергетична безпека в контексті глобальних цілей сталого розвитку. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2018. Вип.1 (12). С. 77–83.

3. Даррік Евенсен, Бенджамін Совакул, Нейт Далтон та Катерина Глебова, 2022. Енергетична безпека, зміна клімату та майбутня відбудова України. (Опубліковано Інститутом глобального сталого розвитку Бостонського університету, Бостон, Массачусетс, США). Доступно за адресою [bu.edu/igs](http://bu.edu/igs).

Гусаренко-Барський П.В.,  
Гусаренко-Барська Є.В.,  
Гусаренко-Барська Р.В.,

здобувачі вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»

Науковий керівник: Турченко В. О.,  
д.т.н., доц., професор кафедри водної інженерії та водних технологій,  
Національний університет водного господарства та природокористування м. Рівне  
v.o.turchenuk@nuwm.edu.ua

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В УКРАЇНІ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН: SWOT-АНАЛІЗ

Найбільшим викликом для сучасного сільського господарства є глобальне потепління, яке призводить до зменшення кількості та частоти опадів, збільшенню середньомісячних температур, збільшенню частотності таких екстремальних явищ як посухи, повені, тому традиційні методи землеробства стають менш ефективними. Впродовж останніх років тенденція потепління почала спостерігатися в Україні. Згідно з виконаним зонування посушливі, сухі та дуже сухі території складають близько 50 % від загальної площі країни, а згідно з класифікацією ЮНЕСКО Україна відноситься до водонезабезпечених країн. Дефіцит водного балансу призводить до значних втрат врожаю, але успішне запровадження стратегії відновлення зрошення та дренажу допоможе збільшити продуктивність сільського господарства в умовах таких змін [1]. Тому виникає необхідність дослідження сильних та слабких сторін, можливостей та загроз передових технологій зрошення, до яких відносяться системи краплинного зрошення.

Мета дослідження полягає в аналізі технологій застосування краплинного зрошення у сільському господарстві України в умовах кліматичних змін та визначенні перспективи його розвитку.

Вперше системи краплинного зрошення з'явилися у давні часи та мали вигляд горщиків з отвором у дні, які наповнювали водою та закопували на полях для зрошення рослин в прикореневому шарі ґрунту. На початку XIX ст. для зрошення почали використовувати глиняні трубки, які у XX ст. замінили на перфоровані, і згодом на пластикові. Вперше крапельна трубка з крапельницями була запатентована у 1959 році Ізраїльським вченим Симхою Блассом. В промислових масштабах системи краплинного зрошення почали використовуватись з початку 60-х років минулого століття і завдяки позитивним результатам вони швидко поширилися серед країн світу. Системи краплинного зрошення постійно вдосконалюються і завдяки винаходу імпульсного спринклера вони визнані найбільш прогресивною технологією зрошення.

Статистичні дані оцінюють світовий ринок систем краплинного зрошення в 4,63 млрд доларів США у 2018 році який, за прогнозами, досягне 15,09 млрд. доларів США до 2032 року, при цьому показник CAGR (Compound annual growth rate) становитиме 8,83% протягом прогнозованого періоду. Азійсько-тихоокеанський регіон домінує на ринку крапельного зрошення з часткою ринку 44,92% у 2018 році [2]. В Україну такі системи надходять у переважній більшості з Ізраїлю, країн ЄС та США [3].

Сьогодні Україна має власні компанії, які займаються розробкою та виробництвом систем мікрозрошення, це компанії ТОВ «Іригатор Україна», ТОВ «Сантехпласт», ТОВ «Техносервіс». Компанія «Іригатор УКРАЇНА» є провідним виробником крапельної трубки та гнучких шлангів LayFlat в Україні. Вона була заснована у 2005 році як дочірнє підприємство ізраїльської корпорації Metzerplas - світового лідера з виробництва професійного обладнання для систем краплинного зрошення. Сьогодні компанія «Іригатор УКРАЇНА» вирішує цілу низку складних завдань з питань зрошення: підбір оптимальних інженерних рішень та нестандартних підходів, комплектація обладнання «під ключ», автоматизація зрошувальних систем з можливістю дистанційного керування, фертигація, підземне зрошення, технічний супровід та консультування [4].

Сучасні системи краплинного зрошення забезпечують ефективність й точність поливу та здатні оптимізувати полив для різних культур. Ці системи дозволяють рівномірно зволожувати ґрунт, подаючи воду та розчинені добрива безпосередньо до кореневої системи рослин згідно з їхніми потреб. Таким чином зменшується ризик виникнення ерозії ґрунту, грибкових захворювань у рослин, зменшується ріст бур'янів у міжряддях.

У разі перезволоження, або недостатнього зволоження ґрунту системи краплинного зрошення здатні автоматично корегувати водоподачу завдяки високому рівню автоматизації та механізації технологічних процесів [5]. Для цього системи оснащують датчиками та автоматичними сенсорами, які вчасно виявляють проблеми, що виникають під час поливу, а також системами дистанційного управління, які значно облегшують роботу аграріям. Завдяки залученню сучасних технологій сільське господарство стає більш привабливим для молодих спеціалістів, що може позитивно вплинути як на продовольчий, так і на

демографічний розвиток сільської місцевості. Окрім того, системи краплинного зрошення допомагають створити оптимальний мікроклімат та підтримувати його протягом необхідного часу. За таких умов врожайність сільськогосподарських культур збільшується на 30-50% й покращується товарна та споживча якість продукції [6].

У порівнянні з традиційними способами зрошення, системи краплинного зрошення мають низку економічних переваг. В першу чергу це пов'язано зі зменшенням витрат води та добрив, без втрат врожайності, що є критично важливим в умовах зростаючої температури та зменшення водних ресурсів [7]. Під час традиційного зрошення витрачається близько 3000-4000 літрів води на 1 га, при цьому частина витрачається на випаровування та стік у ґрунтові води, а краплинне зрошення може зменшити ці витрати на 30-50% та заощадити до 95% добрив. Оскільки ці системи зазвичай працюють при нижчому тиску, ніж інші типи зрошення, зменшуються витрати на електроенергію. До того ж краплинне зрошення економить до 80% часу на зрошення, що дозволяє фермерам зосередитися на інших аспектах ведення господарства. Усе це дозволяє збільшити чистий прибуток для фермерів на 100-300 доларів США в рік на 1 га [8].

Недоліків у систем краплинного зрошення практично немає: єдиними факторами, які можуть негативно вплинути на їхню ефективність, це поломки обладнання або перебої з водопостачанням. Через це необхідно час від часу контролювати роботу системи, перевіряти фільтри та крапельниці, які з часом засмічуються та налаштовувати подачу води або добрив. Зрозуміло, що встановлення таких систем вимагає значних інвестицій на закупку обладнання, монтаж та налаштування систем. Однак, усі ці витрати окупаються в довгостроковій перспективі завдяки значній економії води, підвищенню врожайності та зниженню витрат на добрива й робочу силу.

Є певні політичні, економічні та суб'єктивні проблеми, які сповільнюють інтегрування сучасних технологій у сільське господарство. З 2002 по 2013 роки в Україні стрімко збільшилася кількість площ з системами мікрозрошення близько на 70 тис. га., з 2014 рік сповільнився внаслідок ведення бойових дій на Сході країни та анексію АР Крим і становило близько 65 тис. га. Враховуючи повномасштабне вторгнення РФ в Україну, очевидно, що кількість таких територій ще зменшилася, оскільки 2/3 всіх систем мікрозрошення було розташовано на Херсонщині, яка зараз практично повністю окупована з початку 2022 року.

Попри малу фінансову підтримку з боку держави науковцям НААН вдалося здійснити такі розробки, які за своїм новаторством не поступаються закордонним. У нормативному документі СРСР 1985 р., було вказано, що системи мікрозрошення доцільно використовувати виключно для поливу садів та виноградників і тих ділянок, де інші способи зрошення є неможливими. Тепер за допомогою новаторських розробок мікрозрошення стало можливим в овочівництві, у вирощуванні зернових, зернобобових, баштанних культур тощо.

На даному етапі розвитку мікрозрошення в Україні вже сформувалося зріле розуміння стосовно застосування цих технологій і спостерігається значне розширення сфер їх застосування, однак стосовно впровадження можна вважати цей етап початковим. Ціллю сьогоднішніх дискусій та розробок є отримання не максимального, а оптимального рівня врожайності за умов мікрозрошення, завдяки чому ціни на продукцію будуть прийнятними та водні ресурси будуть використовуватися раціонально, відповідно до потреб та можливостей суспільства. Згідно з проектами українська влада планує збільшити кількість площ, де будуть використовуватися системи мікрозрошення і зробити цей спосіб трендовим у сучасній іригації.

Для оцінки доцільності використання краплинного зрошення в сільському господарстві проведемо SWOT-аналіз (Таб. 1):

<b>SWOT- аналіз використання систем краплинного зрошення</b>	
<b>Сильні сторони</b>	<b>Слабкі сторони</b>
Точність, екологічність, простота управління, економічна ефективність, продуктивність.	Необхідність постійного спостереження та технічного обслуговування, високі початкові інвестиції.
<b>Можливості</b>	<b>Загрози</b>
Адаптація до кліматичних змін, зниження ризику втрати врожаю, можливість використання при обмежених водних ресурсах, інтеграція з новітніми технологіями, розвиток експортного потенціалу країни.	Складність контролю в окремих ситуаціях, висока ціна ремонтних робіт у разі поломки.

Для того, щоб усі реформи, які Україна впроваджує у іригаційній сфері, були ефективними необхідно зважати увагу на досвід інших країн, а саме тих, які на сьогодні лідирують у цій сфері (Індія, Китай, США, тощо). Загалом налічується 130 країн, які мають зрошувані землі, і кількість зрошуваних земель по світу становить близько 300 млн. га, близько 70% яких належать до країн Азії. Головним підґрунтям для розвитку краплинного зрошення є вдосконалення системи управління водними ресурсами та впровадження прав на водокористування, а також модернізація об'єктів зрошувальної інфраструктури, використання альтернативних джерел поливу (очищені стічні або опріснені води тощо) та енергії (сонячна, вітрова енергія тощо), вирощування посухостійких високорентабельних культур [9].

Проведене дослідження показало, що за допомогою систем краплинного зрошення можна адаптувати сільське господарство України до кліматичних змін. Використання цих систем сприяє більш ефективному використанню водних ресурсів зі збільшенням врожайності культур. Але для того, щоб досягти цієї мети необхідно перейняти зарубіжний досвід, який полягає у створенні сприятливих умов для розвитку мікрозрошення на державному рівні. Таким чином буде забезпечено продовольчу безпеку та стійкість аграрного сектору країни в умовах глобального потепління.

#### Список використаної літератури

1. Адаменко Т. І. Як змінилися кліматичні та агрокліматичні ресурси України?. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам?. 2019. С. 13–19. URL: <https://drive.google.com/file/d/1Xw5LrJAFoZvg5RmbcF0PwDrQAQ87Ncyx/view> (дата звернення: 20.07.2024).
2. Ukraine Import Statistics of Drip Irrigation System | Ukraine Trade Data of Drip Irrigation System Imports. CIS Countries Trade Data | CIS Region Export Import Report. URL: <https://www.cistradedata.com/en/ukraine/import-data/drip-irrigation-system> (date of access: 20.07.2024).
3. Ірригатор Україна - виробник крапельної трубки і гнучких шлангів в Україні, комплексні рішення іригації для сільського господарства, крапельне зрошення. URL: <https://irrigator.ua/about-us/> (дата звернення: 02.08.2024).
4. Головін І. О. Краплинне зрошення - переваги і недоліки. м. Харків. С. 54. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/21784/1/53.pdf> (дата звернення: 10.08.2024).
5. Краплинне зрошення / М. І. Ромащенко та ін. FRUIT.ORG.UA. URL: <http://www.fruit.org.ua/index.php/publikacii/299-krapelne-zroshennya%20poliv#:~:text=> (дата звернення: 16.08.2024).
6. Avliyakov M. Drip irrigation and new fertilizer application technology for cotton variety C-8286 in the condition of global climate change. BIO Web of Conferences. 2024. P. 1–6. URL: [https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2024/24/bioconf\\_aegisd-iv2024\\_05006.pdf](https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/pdf/2024/24/bioconf_aegisd-iv2024_05006.pdf) (date of access: 24.08.2024).
7. Cartika I., Murtiningsih R., Sembiring A. Drip irrigation system: useful technique to improve chili production. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. P. 2–9. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1183/1/012010/pdf> (date of access: 25.08.2024).
8. Tolibova M. Rational use of water resources, effectiveness of irrigation technologies adapted to climate change conditions. Yosh olimlarilmiy-amaliy konferensiyasi. P. 54–58. URL: <https://in-academy.uz/index.php/yo/article/view/33124/21194> (date of access: 24.08.2024).
9. Дідковська Л. Основні тенденції розвитку зрошення: світовий досвід та уроки для України. International Science Journal. URL: <https://isg-journal.com/isjmef/article/view/48/45> (дата звернення: 27.10.2024).



*Закопай Б.О.,  
здобувач вищої освіти науково-освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Наукові керівники: Шмандій В.М.,  
д.т.н., проф., професор кафедри екології та біотехнологій,  
Харламова О.В.,  
д.т.н., доц., доцент кафедри екології та біотехнологій,  
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
[bogdanzakopaj@gmail.com](mailto:bogdanzakopaj@gmail.com)*

### **ЗМІНА КЛІМАТУ: ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА АДАПТАЦІЯ**

Кліматична криза разом із втратою біорізноманіття є найбільшим викликом, з яким стикається наш світ. Прямо зараз підвищення глобальних середніх температур має глибокий вплив на наш клімат, і в найближчі роки ці наслідки будуть ще більш серйозними.

Також значний вплив на зміну клімату завдає вторгнення російських військ на території України. Ця війна впливає на клімат планети через викиди значних обсягів вуглекислого газу та інших парникових газів (ПГ) в атмосферу.

Виділяють такі основні фактори які впливають на зміну клімату в Україні:

– Викиди парникових газів в атмосферу. Велика кількість використаних боєприпасів зумовила необхідність значного збільшення їх виробництва в Росії, Україні та інших країнах, аби поповнити запаси, що скорочуються. збільшуючи використання вибухових речовин, сталі та інших матеріалів, виробництво яких призводить до значних викидів.

– Парниковий ефект є природним феноменом, завдяки якому температура на поверхні Землі здатна підтримувати життя. Протягом останніх півтора століття концентрація парникових газів в атмосфері значно зросла – зараз вона більш як на третину вища, ніж була будь-коли раніше в історії.

Тож чому концентрація парникових газів постійно збільшується, а причина цьому – людська діяльність. Протягом останнього століття спалювання викопних палив підвищило концентрацію вуглекислого газу в атмосфері. Вугілля, нафта і природний газ тисячоліттями накопичували у собі вуглець, і при їх спалюванні цей вуглець вивільняється в атмосфері та з'єднується з киснем у повітрі, утворюючи CO<sub>2</sub>.

Також на зміну клімату суттєво впливає підвищення рівня океану.

– Україна також може потерпати від підвищення рівня Світового океану. За даними досліджень Центру екологічних ініціатив "Екодія", від підтоплення можуть постраждати південні регіони України.

– Зміни клімату, зокрема підвищення температури повітря та вологості, спричиняють комплексні несприятливі наслідки для осіб, які мають неврологічні та психічні захворювання.

– Спекта і висока вологість змушують мозок намагатися зберегти нормальну температуру організму.

– Високі температури можуть згущувати кров, що викликає більш ризики її згортання. У такому стані людина більш схильна до інсультів.

З основних наслідків можна навести фактори які виникають при зміні клімату:

– Підвищення рівня моря через розширення води при більш високих температурах і танення льодовиків.

– Збільшення інтенсивності та частоти екстремальних погодних умов, таких як урагани, повені, посухи та шторми.

– Збільшення дефіциту води в деяких районах призводить до опустелювання та зниження врожайності. Це також може призвести до існуючої регіональної напруженості, посилюючи ймовірність конфлікту.

– Менш надійні та передбачувані сезони, що ускладнює довгострокове планування, а також сприяють неврожаю та дефіциту їжі більш імовірними.

– Закислення океану знижує прибутковість у рибній промисловості та руйнує коралові рифи.

– Втрата середовища проживання через зміну клімату трапляється набагато швидше, ніж види можуть адаптуватися. Це призведе до втрати важливих видів, біорізноманіття та важливих екосистем.

– Зміни географічного ареалу видів.

– Зростання захворюваності, особливо малярії та лихоманки денге, оскільки комарі здатні виживати на більших широтах і висотах.

Що ж можна зробити для покращення умов в зміні клімату та забезпечити менший вплив на країну та зміни.

Якщо питання природних кліматичних рішень ще якимось підтримується у західних країнах, то в Україні ситуація є набагато гіршою. Порівняно з багатьма країнами "першого світу" ми ще маємо чимало лісів, боліт, річок та інших природних екосистем, які не зазнали суттєвого руйнівного впливу людини.

На жаль, навіть “класична” охорона природи, яка займається збереженням та відновленням природних екосистем у відриві від кліматичних питань в Україні стикається з великою кількістю проблем.

– Охорона «самосійних лісів». Наразі ліси займають близько 16% території України і ще близько 1% займають полегзахисні лісосмуги. У минулому площа лісів була більшою, але зменшилася через вирубку й створення сільськогосподарських угідь на місці лісів.

– Молоді зростаючі дерева поглинають вуглекислий газ набагато активніше, ніж їх дорослі родичі. Значні площі самосійних лісів є надзвичайно потужним інструментом попередження змін клімату, не кажучи вже про їхню функцію як домівки для видів живого.

– Ощадливе ведення лісового господарства. Якщо трохи подумати над кругообігом вуглецю в лісах, то можна зробити наступний висновок: ліси є «вуглецево-нейтральними», адже накопичують стільки ж вуглецю, скільки і віддають в атмосферу внаслідок процесів розкладу чи стихійних пожеж.

– Інтенсивне ведення лісового господарства. На перший погляд може здаватися, що інтенсивне ведення лісового господарства – це точно не про охорону лісів. Проте цей підхід вже використовується в багатьох західних країнах і має свої переваги.

– Зменшення обсягів використання дров. Як зазначено вище, використання дров для опалення вивільняє в атмосферу значну кількість парникових газів. В Україні ця проблема є дуже актуальною, адже чимало населених пунктів опалюється виключно дровами, а відновні джерела електроенергії використовуються дуже рідко.

– Охорона та відновлення торфовищ. Більшість боліт України є торфовищами, тобто містять певні запаси нерозкладеної органічної речовини – торфу, який використовується для опалення та в якості добрива.

– Торфовища утримують близько 42 % усього вуглецю в ґрунтах Землі. Пошкоджені торфовища викликають викиди парникових газів у значних обсягах – близько 10% від усіх викидів внаслідок землекористування.

Адаптація до впливу зміни клімату є критичною для захисту суспільства та вразливих громад. У той час як надання рекомендацій щодо специфічних заходів адаптації для України не є метою цього звіту, у кожен розділ було включено приклади адаптаційних заходів у Великій Британії та деінде, аби продемонструвати, як описані впливи можна врахувати, хоча й у різних контекстах.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/2\\_Vplyv-zminy-klimatu-v-Ukrayini.pdf](https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/2_Vplyv-zminy-klimatu-v-Ukrayini.pdf)
2. <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ne-pryrodneyj-protses.html>
3. <https://life.pravda.com.ua/health/zmini-klimatu-prizvodyat-do-pogirshennya-stanu-pri-nevrologichnih-ta-psihichnih-zahvoryuvannyah-vcheni-301613/>
4. [https://uncg.org.ua/zmina-klimatu/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQiA0MG5BhD1ARIsAEcZtwSjj7LabY7rKnorKMZgYSN-X70lcc9z43N5fyIRFwJjigBQShSioEaAgZIEALw\\_wcB](https://uncg.org.ua/zmina-klimatu/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA0MG5BhD1ARIsAEcZtwSjj7LabY7rKnorKMZgYSN-X70lcc9z43N5fyIRFwJjigBQShSioEaAgZIEALw_wcB)
5. [https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/2\\_Vplyv-zminy-klimatu-v-Ukrayini.pdf](https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/2_Vplyv-zminy-klimatu-v-Ukrayini.pdf)
6. <https://www.ekoenergy.org/uk/extras/climate-change/>

*Карбовничий І.Р.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 015 «Професійна освіта (Аграрне виробництво,  
переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології)»  
Науковий керівник: Курепін В.Н.,  
канд.екон.наук, доцент, доцент кафедри методики професійного навчання,  
Миколаївський національний аграрний університет  
kypins@ukr.net*

## **ЗМІНА КЛІМАТУ, ЯК ЗАГРОЗА БЛАГОПОЛУЧЧЮ ЛЮДИНИ ТА ЗДОРОВ'Ю ПЛАНЕТИ**

Причиною небезпечних та широкомасштабних порушень у природі є спричинена діяльністю людини зміна клімату. Вона може зачепити життя мільярдів людей у всьому світі, бо має суттєві ризики до яких мешканцям Землі треба прикласти аби які зусилля щодо їх зниження. Вчені стверджують, найбільше страждають люди та екосистеми, які не здатні повністю впоратися з цією ситуацією.

Зміна клімату є серйозною загрозою нашому благополуччю і здоровій планеті. Вона посилюється, а прояви її факторів є похмурих попередженням про наслідки бездіяльності людини. Сьогоднішні ми спостерігаємо, як люди та екосистеми адаптуються до зростаючих кліматичних ризиків та як реагує на них природа.

Неминучі чисельні кліматичні небезпечні явища, які пов'язаними з глобальним потеплінням (всього лише на 1,5<sup>0</sup>C) протягом наступних двох десятиліть змінять світ, зроблять його іншим, більш суворим. Потепління, навіть тимчасове, спричинить додаткові суворі наслідки, деякі з яких стануть незворотними: зростуть ризики суспільству, зокрема інфраструктури і низовинних прибережних місць існування людини.

Для вирішення проблем зростання ризиків від людства потрібні термінові заходи [1]. Пороги чутливості сучасних рослин та тварин вже відчувають посилення хвиль спеки, посух та повеней. Такі види, як дерева та корали вже зараз схильні до масової загибелі. Такі екстремальні погодні явища можуть відбуватися одночасно, викликаючи каскадні впливи, з якими дедалі важче справляється фауна та флора Землі. До того ж мільйони людей відчувають критичну відсутність безпеки у сфері продовольства та води. Особливо це стосується держав в Африці, Азії, Центральній та Південній Америці, на малих островах та в Арктиці.

Щоб адаптуватися до зміни клімату та уникнути випадків загибелі людей, біорізноманіття та інфраструктури необхідні амбітні, прискорені дії зі швидкими та значними скороченнями викидів парникових газів. Згідно експертних висновків екологів та інших фахівців з захисту довкілля, поки що прогрес у галузі адаптації виглядає, як нерівномірний під час якого відбувається збільшення розривів між вжитими діями та тим, що необхідно для вирішення проблеми зростання ризиків. Ці розриви є найбільш значимими між групами населення з низьким рівнем доходу [2].

Зауважимо, ми визнаємо взаємозалежність клімату, біорізноманіття та людей, тому особлива увага повинна приділятися невідкладності негайних та більш амбітних дій щодо усунення кліматичних ризиків. Напів міри не є більш варіантом. Ключем до забезпечення гарантії придатного для життя майбутнього є збереження та підвищення стійкості природних ресурсів. Для поліпшення життя людей потрібні нові уявлення про потенціал природних ресурсів. Існують варіанти адаптації до клімату, що змінюється, отож є і варіанти для зниження кліматичних ризиків.

Більш стійкі до зміни клімату, зрозуміло, здорові екосистеми, вони забезпечують життєво важливі послуги, такі як продукти харчування та чиста вода. Суспільство може скористатися здатністю природи поглинати і зберігати вуглець. Для цього необхідно постійно відновлювати деградуючі екосистеми [3]. Ми можемо зберегти ефективним і неупередженим чином від 30 до 50 відсотків сухопутних, прісноводних та океанських середовищ існування. Тим самим прискорити прогрес на шляху до сталого розвитку.

Зміна клімату, як зазначають вчені, взаємодіє з глобальними тенденціями, як то: нестійке використання природних ресурсів; втрати та збитки від екстремальних явищ та пандемії; зростаюча урбанізація; соціальна нерівність. Таким чином відбувається загроза майбутнього розвитку.

Для вирішення всіх цих різних проблем необхідна спільна участь всіх: уряду, приватного сектору, громадянського суспільства. Спільна праця ставить пріоритетом зниження ризиків, також забезпечує неупередженість і справедливість при прийнятті рішень та інвестуванні. Таким чином, можна примирити різні інтереси, цінності та світогляди [4].

Рішення можуть бути більш ефективними завдяки об'єднанню наукових та технологічних ноу-хау, знань місцевого населення та корінних народів. Якщо людство буде не здатне досягти незалежності від зміни клімату, це однозначно призведе до несприятливого майбутнього для людей та природи.

Необхідна докладна оцінка впливів зміни клімату, ризиків та адаптації до нього, бо вогнище впливів та ризиків можуть виникати і в містах, де мешкає більше половини населення світу. У таких умовах здоров'я, життя та засоби для існування людей; майно та найважливіші об'єкти інфраструктури, включаючи енергетичні та транспортні системи, все більше будуть наражатися на негативний вплив небезпек (хвилі спеки, штормів, посухи, повенів), повільно наступаючи зміни, включаючи підвищення рівня моря.

Зростаюча урбанізація породжує складні ризики, особливо в тих містах де більш всього відчувається зміна клімату. Ускладнює ситуацію погано сплановане зростання, високий рівень бідності та безробіття, брак основних послуг. Водночас у галузі клімату, міста також надають можливості для дій: надійне постачання чистою водою; зелені будівлі; відновлювані джерела енергії; стійкі транспортні системи, що з'єднують міські та сільські райони. Все це може призвести до створення більш інклюзивного, справедливішого суспільства.

Але наразі з'являються все більше доказів того, що адаптація може призвести до ненавмисних наслідків [5], зокрема: руйнування природи; небезпека для життя людей; збільшення викидів парникових газів тощо. Чи можна цього уникнути? Звичайно, так, для цього необхідно залучити всіх до планування, приділяючи увагу питанням неупередженості та справедливості, при цьому необхідно спиратися на знання корінних народів та місцевих знань.

Ми розуміємо, що зміна клімату це глобальна проблема, яка потребує разом з загальними рішеннями виконання і місцевих рішень. Для цього потрібна широка регіональна інформація, що дозволяє забезпечити незалежний від зміни клімату розвиток. Незалежний від зміни клімату розвиток є проблемним завданням при поточних рівнях потепління [6]. Воно стане більш обмеженим, якщо глобальне потепління перевищує 1,5<sup>0</sup>C. У деяких регіонах такий розвиток буде неможливим, якщо глобальне потепління перевищує 2<sup>0</sup>C. Такий висновок є ключовим, він підкреслює термінову необхідність вживання заходів у сфері клімату, з упором на неупередженість і справедливість. Більш ефективна адаптація до зміни клімату та скорочення викидів може бути при адекватному фінансуванні, передачі технологій, відданості та партнерстві.

Отже, дослідження фахівців екологів (з зміни клімату) однозначні - зміна клімату є загрозою для благополуччя людини та здоров'я планети. Будь-яка подальша бездіяльність та затримка в узгодженні глобальних дій призведе до упущення можливості щодо забезпечення придатного для життя майбутнього

#### ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА:

1. Ivanenko V. Technological load on the natural environment of the Mykolaiv region: problems, solution ways. Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м.Київ, 22-23 березня 2024 р.). Київ, 2024. С. 146-148. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18868>.
2. Kurepin V. Environmental and climate consequences of negligent attitude to green landing in cities and populated points. Науково-практична конференція, присвячена Всесвітньому метеорологічному дню «На варті кліматичних дій» та Всесвітньому дню водних ресурсів «Вода для миру» (м. Київ, 22-23 березня 2024 р.). Київ, 2024. С. 149-151. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18867>.
3. Курепін В. М., Іваненко В. С. Екологія та війна, погляд через минуле у майбутнє, глобальні виклики, загрози // Ekologia i racjonalne zarządzanie przyrodą: edukacja, nauka i praktyka [Zasób elektroniczny]: materiały z międzynarodowej konferencji naukowo-praktycznej (Łomża – Żytomierz, 15.11.2023 r.). Łomża : MANS w Łomży, 2023. С. 265-275. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16200>.
4. Орешко К. Ф. Кліматично нейтральні малі та середні бізнес-компанії: уникнути, зменшити, компенсувати. Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти : матеріали VII всеукраїнської науково-практичної заочної конференції (м. Київ, 17 травня 2024 р.). Київ : МДУ, 2024. С. 34-37. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18296>.
5. Курепін В.М. Марченко Д.Д. Сучасні технології захисту навколишнього середовища від впливу сонячних електростанцій. Modern Economics. 2024. № 44(2024). С. 79-84. DOI:[https://doi.org/10.31521/modecon.V44\(2024\)-13](https://doi.org/10.31521/modecon.V44(2024)-13).
6. Курепін В. М., Бацуровська І. В. Еколого-економічний баланс на Кінбурні: обставини заповідної території довоєнного, воєнного та поствоєнного часу (in English). Modern Economics. 2023. № 42(2023). С. 62-69. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V42\(2023\)-09](https://doi.org/10.31521/modecon.V42(2023)-09).

Кіндра В. І.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Герасимчук Л.О.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[Gerasim4uk@ukr.net](mailto:Gerasim4uk@ukr.net)

### РОЗРАХУНОК ПЕРЕВАГ ЗЕЛЕНОГО ДАХУ

Одним з шляхів вирішення проблем трансформування міського середовища проживання (і як наслідків міських повеней, міських теплових островів, зростання випадків та інтенсивності екстремальних погодних умов) є зелені дахи, які набули широкого поширення в розвинутих країнах і є трендом міської архітектури [1-3].

Був здійснений розрахунок переваг зеленого даху. Інформаційною базою досліджень став калькулятор переваг зеленого даху [4], вихідними даними до якого стала інформація про тип будівлі (житлова), кількість поверхів (2), її площу (240 м<sup>2</sup>), характеристики даху (площа – 110 м<sup>2</sup>, кут – 5-150, тип – ломаний, орієнтація – північ), площу ділянки, де розташований будинок (600 м<sup>2</sup>), а також площу (50 м<sup>2</sup>) та тип зеленого даху (інтенсивний). Оцінка вигод і витрат представлені окремо як одноразові витрати чи вигоди (наприклад, підвищення вартості нерухомості), річні показники (наприклад, енергозбереження) та діапазон за категоріями (для зазначення потенційної варіації від високого або найкращого варіанту, помірною або середнього до найнижчого або мінімального на основі даних, які ми маємо).

Використання калькулятора зеленого даху дозволило визначити орієнтовну вартість зеленого даху інтенсивного типу – від 5250 до 15150 £; ряд екологічних переваг для власників, мешканців і користувачів будівель: енергозбереження (92,73 – 695,45 кВт/год на рік), зменшення викидів вуглекислого газу за рахунок зменшення споживання енергії для опалення та охолодження (21,05 – 157,89 кг СО<sub>2</sub> екв рік), секвестрацію вуглецю (2,5 – 125 кг СО<sub>2</sub> екв рік), покращення якості атмосферного повітря шляхом поглинання діоксиду азоту (13,5 – 22 кг NO<sub>2</sub> рік) та твердих частинок (10,0 кг/год), затримка дощової води (51 – 89%), зменшення поглинання тепла в середньому на 1,1 0С, поглинання акустичної енергії (2,5 – 23 дБ); ряд фінансових переваг: підвищення вартості нерухомості (на 2,1 – 5,5%) та орендної плати (на 0,4 – 7,0%), сприяючи привабливості будівлі та надаючи доступ до рекреаційного простору, економія традиційної заміни даху (142 – 284 £), річна економія коштів за комунальні послуги (використання енергії – від 15,3 до 114,75 £, водовідведення – 488,87 £).

Калькулятор, який ми використали, визначає лише деякі з багатьох переваг встановлення зеленого даху. Існує ще багато нематеріальних переваг, які він не враховує та не визначає кількісно. Інформація, надана у даному дослідженні, є приблизною, та покликана сприяти на перших етапах прийняття рішення про встановлення зеленого даху.

Отже, зелені дахи є одними з найбільш придатними видами зеленої інфраструктури для густо урбанізованих територій та щільної житлової забудови, оскільки їх можна включати як у нове будівництво або ж додавати до існуючого під час реконструкції чи заміни даху. Витрати на встановлення зеленого даху коливатимуться залежно від його типу, клімату, а також будівельних норм. Проте довгострокова економія та переваги для довкілля здатні виправдати початкові інвестиції. Зелені дахи забезпечують різноманітні фінансові вигоди для будівельної галузі: підвищення енергоефективності, подовження терміну експлуатації даху, ефективне управління зливовою водою, покращення якості повітря, підвищення вартості нерухомості, фінансові стимули. Зазначені переваги в поєднанні з позитивним впливом на довкілля роблять зелені дахи привабливим варіантом для екологічно життєздатних будівельних проектів.

#### Список використаної літератури

1. Herasymchuk L.O., Valerko R.A., Patseva I.G. (2023). Air temperature change manifestation at the Zhytomyr territory. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University Series «Ecology»*, 29, 6-16. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-01>.
2. Herasymchuk L.O., Valerko R.A. Coverage of climate change trends in Zhytomyr over a 19-year period. *Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural science: Collective monograph*. Riga: Baltija Publishing, 2020. 85-101. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-73-0/1.6>.
3. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Мартенюк Г.М. Тенденції зміни клімату на території м. Новоград-Волинський Житомирської області. *Наукові горизонти*. 2018. № 2 (65). С. 42-50. URL: [https://sciencehorizon.com.ua/web/uploads/pdf/%E2%84%962\(65\)\\_42-50.pdf](https://sciencehorizon.com.ua/web/uploads/pdf/%E2%84%962(65)_42-50.pdf).
4. Green Roof Benefits Calculator. URL: <https://ignitiongreenroofbenefitscalculator.greetermanchester-ca.gov.uk/default.cshtml>.

Кагукіна А.М.,  
 здобувач вищої освіти освітнього ступеня «доктор філософії»  
 спеціальності 101 «Екологія»  
 Пацева І. Г.,  
 доктор технічних наук, професор  
 Державний університет «Житомирська політехніка»,  
[ke\\_kham@ztu.edu.ua](mailto:ke_kham@ztu.edu.ua)

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЙ VOS (H<sub>2</sub>CO) ПРИ ВАРІОВАННІ ТЕМПЕРАТУРИ

Речовина VOS (H<sub>2</sub>CO) - найпростіша органічна сполука класу альдегідів, яка має назву формальдегід. VOS в назві H<sub>2</sub>CO вказує на те, що дана молекула формальдегіду може розглядатися як похідна вініліденокисульфіду. Розглядати хімічні властивості, слід зазначити, що дана речовина є відновником, легко окислюється до мурашиної кислоти, входить у реакції приєднання з амінами, спиртами, іншими нуклеофільними агентами та полімеризується при нагріванні або під дією кислот. Його використовують в промисловому виробництві. Також, можливе використання в медицині як дезінфікуючого засобу та в сільському господарстві, як гербіциду або інсектициду. Формальдегід є важливим промисловим та медичним реагентом з широким спектром застосування, але також є токсичною та канцерогенною сполукою.

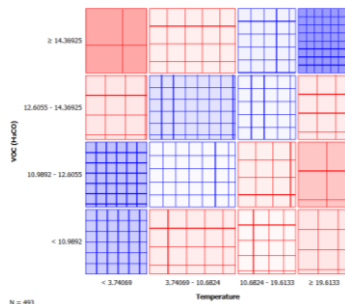


Рис.1. Ситова діаграма залежності концентрацій VOS (H<sub>2</sub>CO) від температури повітря

(Рис.1) представлено у вигляді ситової діаграми, яка відображає залежність між двома змінними – температурою [1] та частотою спостережень за викидами VOS (H<sub>2</sub>CO) [2]. Ситова діаграма є корисним інструментом для демонстрації взаємозв'язку антропогенної діяльності та кліматичних змін [3;4]. Такий вид представлення даних є ефективним способом візуалізації двовимірного розподілу даних, що допомагає ідентифікувати та проаналізувати взаємозв'язки між змінними. Відповідно до (Рис.1.) можна зробити висновок, що в діапазоні температур від -4,45205°C до -3,74669°C спостерігаються відносно низькі рівні викидів VOS (H<sub>2</sub>CO), це вказує на слабку залежність викидів від температури у цьому холодному діапазоні. Діапазон температур від -3,74669°C до -3,04133°C вказує на значне зростання рівнів викидів VOS (H<sub>2</sub>CO), що може свідчити про сильну позитивну залежність викидів від температури. В діапазоні температури від -3,04133°C до -1,33597°C викиди були знижені, про що свідчить більш світле забарвлення комірок. Таким чином, фіксуємо негативну залежність викидів від температури. В діапазоні температур вище -1,33597°C викиди VOS (H<sub>2</sub>CO) є найнижчими, про що свідчить найсвітліше забарвлення комірок. Це вказує на слабку залежність викидів від температури.

Рівні викидів VOS (H<sub>2</sub>CO) залежать від температури неоднозначно - спостерігається сильна позитивна залежність в певному проміжному діапазоні температур, та слабша залежність як при низьких, так і при високих температурах.

#### Список використаних джерел

1. Українська мережа громадського моніторингу якості повітря Eco City [База даних результатів моніторингу]. Кабінет дослідника якості повітря України. Івано-Франківськ: ГО «Фрі Ардуіно», 2024, № 1005. 513 МБ. У форматі CSV. URL: <https://archive.eco-city.org.ua>
2. Українська мережа громадського моніторингу якості повітря Eco City [База даних результатів моніторингу]. Кабінет дослідника якості повітря України. Івано-Франківськ: ГО «Фрі Ардуіно», 2024, № 1016. 37 МБ. У форматі CSV. URL: <https://archive.eco-city.org.ua>
3. Кагукіна А. М., Пацева І. Г. Аналіз показників монооксиду вуглецю, діоксиду азоту та аміаку в повітряному басейні міста Житомир за даними громадського моніторингу повітря ECOCITY. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 3(54). С. 23-31
4. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячних показників температури повітря та кількості опадів в місті Житомир. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 2(53). С. 238-242

Старабанов Р.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Наукові керівники: Яциук Л.Б.,  
к.х.н., доц., доцент кафедри екології,  
д.т.н., професор кафедри екології,  
Магльована Т.В.,  
Черкаський державний технологічний університет  
r.v.starabanov.ftbrp23@chdtu.edu.ua

## ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

Воєнні дії, які ведуться на території України, в результаті яких відбуваються промислові і природні пожежі, викиди газоподібних речовин в результаті пошкоджень промислових об'єктів спричиняють великі обсяги викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Згідно інформації Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, за попередніми оцінками, через підвищене споживання паливно-мастильних матеріалів військовою технікою, у атмосферу лише за 150 днів повномасштабного вторгнення у повітря потрапило майже 4 млн тон діоксиду вуглецю. Тому, без сумніву, можна говорити про вплив військових дій принаймні на локальний клімат, але масштаби цих змін наразі спрогнозувати важко.

Стан атмосферного повітря у техногенно навантажених регіонах є актуальною проблемою, яка регулярно актуалізувалася на регіональному та національному рівнях. Спричинені обстрілами пожежі в природних екосистемах можуть завдавати значних наслідків в зв'язку з тим, що їх тривалий час неможливо ліквідувати і, нерідко, їх гасіння супроводжується додатковою небезпечкою для пожежників через бойові дії. Хоча наразі складно оцінити реальні обсяги викидів в атмосферне повітря та їх структуру в результаті воєнних дій, але з впевненістю можна говорити про негативний прямий та опосередкований вплив на стан атмосфери, спричинений російською агресією.

Україна поділяє цілі ЄС у кліматичній політиці, а тому у 2016 році ратифікувала Паризьку кліматичну угоду. Метою кліматичної політики України визначено скорочення викидів парникових газів на 65% до 2030 р., заплановано не пізніше 2060 р. досягти кліматичної нейтральності.

Окремої уваги в цих умовах заслуговує робота автоматизованих систем моніторингу атмосферного повітря різних рівнів, включаючи: державні, муніципальні та громадські мережі. Дані цих систем слід залучати для фіксації екологічних злочинів, спричинених діями росії.

Також, зважаючи на значний ризик техногенних аварій, спричинених війною, та ймовірність застосування хімічної зброї агресором, необхідно розширити перелік речовин, які вимірюються, та обов'язково додати прилади вимірювання гамма-радіації.

Відповідно матеріалів звітів про викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів від Державної служби статистики України за 2021 та 2022 роки з понад 3000 активних підприємств, можна зауважити, що у південно-східних областях спостерігається тенденція до суттєвого зменшення кількості діючих підприємств. Це безпосередньо пов'язано із бойовими діями, що ведуться на території цих областей, або в областях, прилеглих до лінії розмежування. Зменшення економічної активності в регіоні суттєво впливає на його розвиток, що може привести до стагнації економічного сектору в цих областях.

Суттєве зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря показує яке промислове навантаження несуть всі області України, де розташовані великі підприємства-забруднювачі. Поліпшення якості атмосферного повітря в регіонах безпосередньо пов'язано із зупинкою підприємств або їх обмеженою роботою. Таке поліпшення, у разі відмови від проведення модернізації та екологізації промислових процесів на підприємствах, буде існувати допоки ведуться бойові дії.

Якщо майбутнє відновлення бізнесу не базуватиметься на принципах проєвропейської екологічної реформи, показники викидів забруднюючих речовин повернуться до тих, що були до нашого повного вторгнення.

Бойові дії ведуться переважно в районах, які традиційно є найбільш індустріальними. Це в свою чергу демонструє привабливість регіону для ворогів, зокрема з точки зору його екологічного та економічного потенціалу. Особливої уваги при розробці нових підходів до повоєнного відновлення потребують ресурси та підприємства регіону. Заслуговує на увагу доцільність відновлення старих радянських підприємств і заміна їх новими з найкращими у світі стандартами. Таким чином, аналіз показує, що через комплексне вторгнення Росії на українську територію кількість викидів забруднюючих речовин зі стаціонарних джерел суттєво зменшилася по всій Україні, особливо в південно-східному регіоні.

*Рибак О.С.,  
PhD студент 4го курсу  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Пацева І.Г.,  
професор, доктор технічних наук,  
завідувачка кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
Ke\_ros@ztu.edu.ua*

## **БІОРІЗНОМАНІТТЯ РОСЛИННИХ І ТВАРИННИХ УГРУПОВАНЬ НА ЗЕЛЕНИХ ДАХАХ В УМОВАХ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА**

В умовах стрімкої урбанізації та скорочення природних територій зелені дахи стають важливими осередками біорізноманіття у містах, забезпечуючи екосистемні послуги та підтримуючи існування різних видів живих організмів. Вивчення особливостей формування та функціонування біотичних угруповань на зелених дахах різного типу в умовах міського середовища.

### **Основні положення:**

1. Зелені дахи як штучні екосистеми:
  - Створення нових екологічних ніш у міському просторі
  - Особливості субстрату та мікрокліматичних умов
  - Типологія зелених дахів та їх екологічні характеристики
2. Рослинні угруповання:
  - Видовий склад та структура рослинних угруповань
  - Адаптації рослин до умов зелених дахів
  - Сезонна динаміка рослинного покриву
3. Тваринні угруповання:
  - Різноманіття безхребетних тварин
  - Використання зелених дахів птахами
  - Трофічні зв'язки в екосистемі зеленого даху
4. Екологічні фактори впливу:
  - Вплив висоти розташування на біорізноманіття
  - Значення площі зеленого даху
  - Роль віку насаджень у формуванні біорізноманіття
5. Екосистемні послуги:
  - Регуляція мікроклімату
  - Підтримка популяцій запилювачів
  - Створення екологічних коридорів

### **Методи дослідження:**

- Геоботанічні описи
- Облік чисельності безхребетних
- Спостереження за птахами
- Аналіз екологічних факторів
- Статистична обробка даних

### **Практичне значення:**

- Розробка рекомендацій щодо створення біорізноманітних зелених дахів
- Оптимізація підбору видів рослин
- Підвищення екологічної цінності міських територій

За результатами комплексного дослідження біорізноманіття зелених дахів у міському середовищі встановлено, що такі антропогенно створені екосистеми відіграють надзвичайно важливу роль у підтримці та збереженні біологічного різноманіття урбанізованих територій. Проведені дослідження дозволили виявити закономірності формування та функціонування біотичних угруповань, їхню структурно-функціональну організацію та екологічну роль у міському середовищі.

У ході досліджень встановлено, що на зелених дахах формуються специфічні рослинні угруповання, які характеризуються значним видовим різноманіттям – від 15 до 45 видів судинних рослин на одній ділянці. Важливо відзначити, що видовий склад та структура цих угруповань суттєво залежать від типу зеленого даху, глибини субстрату та умов догляду. Інтенсивні зелені дахи з глибиною субстрату понад 30 см демонструють найвище видове багатство та найбільшу структурну складність рослинних угруповань.

Особливу увагу було приділено дослідженню тваринних угруповань, зокрема безхребетних. Виявлено пряму кореляцію між складністю структури рослинного покриву та різноманіттям фауни



членистоногих. На зелених дахах з багатоярусною рослинністю зафіксовано значно більше видове різноманіття безхребетних – в середньому на 40% вище порівняно з простими екстенсивними покрівлями. Це пояснюється більшою кількістю доступних екологічних ніш та різноманітністю мікрокліматичних умов.

Дослідження показали, що вік зелених насаджень є одним із ключових факторів, що впливають на формування біорізноманіття. Зрілі зелені дахи, віком понад 5 років, характеризуються більш стабільними екологічними умовами та вищими показниками видового багатства. На таких дахах формуються складні трофічні мережі, включаючи різні функціональні групи організмів – від продуцентів до консументів різних порядків.

Важливим аспектом дослідження стало вивчення впливу просторових характеристик зелених дахів на біорізноманіття. Встановлено, що оптимальними є дахи площею від 100 м<sup>2</sup> та висотою розташування до 30 метрів над рівнем землі. Такі параметри забезпечують найкращі умови для природної колонізації видами та підтримки стабільних популяцій.

Особливо варто відзначити роль зелених дахів як елементів екологічної мережі міста. Вони виступають важливими центрами біорізноманіття, забезпечуючи:

- \*підтримку популяцій запилювачів, особливо диких бджіл та джмелів;
- \*створення місць гніздування для різних видів птахів;
- \*формування мікрорефугіумів для рідкісних видів рослин;
- \*функціонування екологічних коридорів, що з'єднують різні зелені зони міста.

На основі отриманих результатів розроблено комплекс практичних рекомендацій щодо проектування та утримання зелених дахів з метою максимізації їх біорізноманіття. Рекомендації включають оптимальний підбір видів рослин з урахуванням їх екологічних особливостей, створення різноманітних мікрооселищ, забезпечення достатньої глибини та якості субстрату, впровадження елементів ландшафтного дизайну, що сприяють збереженню біорізноманіття.

Крім того, підтверджено значний внесок зелених дахів у надання екосистемних послуг міському середовищу. Зокрема, вони ефективно регулюють мікроклімат, знижують ефект міського теплового острова, покращують якість повітря та беруть участь в управлінні дощовими водами. Ці функції тісно пов'язані з рівнем біорізноманіття – чим воно вище, тим ефективніше виконання екосистемних функцій.

Результати проведеного дослідження мають вагомe теоретичне значення для розуміння процесів формування та функціонування біорізноманіття в антропогенно змінених екосистемах. Вони також представляють значну практичну цінність для розвитку зеленої інфраструктури міст та впровадження принципів сталого розвитку в містобудуванні.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення довготривалої динаміки біотичних угруповань зелених дахів, дослідження їх стійкості до кліматичних змін та розробку методів підвищення екологічної стійкості цих важливих елементів міської екосистеми. Особливу увагу варто приділити вивченню взаємозв'язків між різними компонентами біорізноманіття та їх впливу на екосистемні функції зелених дахів.

#### Список використаної літератури

1. Рибак О.С. «Зелений дах-біорізноманіття»: технології будівництва, утримання, обслуговування та особливості контролю біотичної складової. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського, 2023 (5). С. 35-41.
2. Рибак О.С.; Пацева І.Г. Дослідження дикорослих рослин для екстенсивного озеленення дахів зони Полісся. Науково-практичний журнал «Екологічні науки», 2024 № 1(52), том 2. С. 168-171.
3. Рибак О.С.; Пацева І.Г. Збереження популяції бджіл на урбанізованих територіях через зелені дахи. Науково-виробничий журнал «Бджільництво України», 2024 №12. С. 103-107.
4. Рибак О.С., Пацева І.Г. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИКОРΟΣЛИХ РОСЛИН ДЛЯ ЕКСПЕНСИВНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ ДАХІВ В ЗОНІ ПОЛІССЯ. Екологічні науки. 2024. Вип. 1(52), Т.2. С. 168-171.
5. Рибак О. «Зелений дах-біорізноманіття»: технології будівництва, утримання, обслуговування й особливості контролю біотичного складника. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2023. № 5/(142). С. 35-41.
6. Рибак О.С., Пацева І.Г. Екологічні основи аналізу впливу «зелених» дахів на міський клімат в урбоценозах. Вісник хмельницького національного університету, 2023 (327). 5(2). С. 103-107.
7. Рибак О., Пацева І. Зелені дахи як елемент децентралізованого управління дощовою водою. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2023. 2. С. 40–46, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-2-6>
8. Рибак О.С., Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Пацева І.Г. Промислове очищення стічних вод болотними рослинами на даху. Таврійський науковий вісник. серія Агрономія. Підсекція: Екологія, іхтіологія та аквакультура. В.132. 2023. С.378-387. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.48>
9. Пацева І., Алпатова О., Рибак О., Циганенко-Дзюбенко І., Медвідь О. Озеленення даху як захід по адаптації зміни клімату на прикладі м. Житомир. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2022. Вип. 3. С. 67–74.

Коробкіна Н. Ю.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Гречко А. А.,  
аспірант, викладач кафедри екологічного  
моніторингу та заповідної справи,  
Харківський національний університет  
імені В. Н. Каразіна  
[a.a.hrechko@karazin.ua](mailto:a.a.hrechko@karazin.ua)

### ОБЛАШТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗЕЛеної ІНФРАСТРУКТУРИ В МАЛИХ МІСТАХ ДЛЯ АДАПТАЦІЇ ДО ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Зелена інфраструктура відіграє ключову роль в забезпеченні сталого розвитку та екологічної стійкості міста. Особливо актуальним є розвиток об'єктів зеленої інфраструктури та її принципів у малих містах, де часто не приділяється увага до вирішення екологічних питань.

На прикладі міста Чугуїв, яке розташоване у Харківській області України, досліджено, що мала кількість парків, скверів та екологічних коридорів призводить до низки негативних наслідків, таких як:

- а) погіршення якості повітря;
- б) зниження біорізноманіття;
- в) психологічного дискомфорту для жителів міста;
- г) підвищення температури міського середовища.

Серед основних проблем, які присутні на території міста є проблеми:

- перерозподілу поверхневого стоку,
- фрагментованість зелених зон,
- недостатня забезпеченість населення зеленою інфраструктурою – низький зелений індекс.

Озеленення міських територій є одним з основних елементів створення сталого, збалансованого міського середовища. Для вирішення даних проблем у місті Чугуїв пропонується використання таких економічно-ефективних рішень застосування об'єктів зеленої інфраструктури.

Для вирішення проблеми перерозподілу поверхневого стоку, ефективним рішенням та бюджетним рішенням є створення дощових садів, біодренажних каналів та систем збору дощової води. Створення даних об'єктів зеленої інфраструктури дозволить створити сприятливі умови для ефективного поглинання та фільтрації дощової води. Перевагою створення дощових садів є те, що його можна створювати силами громади, використовуючи при цьому доступні матеріали.

Для вирішення проблеми фрагментованості зелених зон, тобто відсутності цілісної системи зелених насаджень пропонується:

- Розробка комплексного плану розвитку зеленої інфраструктури міста;
- Створення зелених коридорів, що з'єднують існуючі парки та сквери;
- Впровадження вертикального озеленення на фасадах будівель;
- Перетворення занедбаних промислових зон на громадські парки.

Застосування даних екологічних рішень допоможе зменшити забруднення повітря, знизить ефект міського теплового острова, створить сприятливі умови для покращення психологічного стану жителів міста та дозволить покращити біорізноманіття на даній території.

Для розширення мережі зеленої інфраструктури і, як наслідок збільшення зеленого індексу території міста, пропонується :

- Створення міні-парків;
- Зелених коридорів;
- Громадських садів.

Створення міні-парків та перетворення невеликих незайманих ділянок на зелені зони дозволить ефективніше використовувати існуючі місцеві види рослин для зменшення витрат на догляд за більш дорогими рослинами. Зелені коридори ще один з об'єктів ЗІ, їх застосування в умовах міста є більш енергозатратним та потребує вкладення більших коштів. Серед варіантів є озеленення пішохідних доріжок та велосипедних маршрутів, які значно зменшать ефект міського теплового острова, знизить забруднення повітря та покращить психологічний стан мешканців міста.

Таким чином, створення об'єктів зеленої інфраструктури є необхідною умовою для формування стійких міст, здатних ефективно адаптуватися до викликів глобальних кліматичних змін. Інтеграція природних елементів у міське середовище дозволить зберегти екологічну рівновагу, покращити якість життя мешканців та підвищити стійкість урбанізованих територій.

*Літвінчук О.В.,  
здобувач вищої освіти ступеня «бакалавр»  
спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво,  
водна інженерія та водні технології»  
Науковий керівник: Козішкурт С.М., к.т.н., доцент,  
доцент кафедри водної інженерії та водних технологій,  
Національний університет водного господарства та природокористування  
s.m.kozishkurt@nuwm.edu.ua*

## **АДАПТАЦІЯ СИСТЕМ ЛАНДШАФТНОГО ЗРОШЕННЯ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН**

Зміни клімату, що супроводжуються підвищенням температури, нерівномірністю опадів, зростанням частоти екстремальних погодних явищ і тривалих посушливих періодів, створюють нові виклики для підтримки природних і урбанізованих ландшафтів. Через ці фактори відбувається скорочення доступних водних ресурсів, що ускладнює підтримання ландшафтів у міських зонах і рекреаційних територіях, де зелена інфраструктура залежить від зрошення. Часті сильні вітри на фоні високої температури також інтенсифікують випаровування, особливо на відкритих і незахищених ландшафтах. Це знижує ефективність зрошення і збільшує потребу у воді для підтримання необхідної вологості ґрунту.

Вирішальну роль у збереженні якості зелених зон у містах, на присадибних ділянках та спортивних об'єктах відіграє ландшафтне зрошення. В умовах зростаючого водного дефіциту важливо впроваджувати технології та методи, які мінімізують витрати води, знижують випаровування та забезпечують раціональне використання водних ресурсів.

Метою роботи є аналіз сучасних підходів та інновацій, що сприяють підвищенню ефективності систем ландшафтної зрошення у змінних кліматичних умовах.

Важливим напрямом адаптації систем ландшафтної зрошення до змін клімату є впровадження інноваційних технологій, що дозволяють автоматизувати процес поливу та забезпечити оптимальні умови для росту рослин. Завдяки використанню сучасних контролерів, сенсорів та алгоритмів, ці системи здатні налаштуватися до змінних погодних умов та потреб рослин.

Такий підхід дозволяє суттєво підвищити ефективність використання водних ресурсів, зменшуючи витрати на їхнє споживання та мінімізуючи втрати через випаровування. Використання сенсорів для моніторингу рівня вологості ґрунту, освітлення, температури та інших екологічних параметрів забезпечує своєчасне і точне визначення потреб у поливі, а інтеграція з прогнозами погоди дозволяє коригувати графіки зрошення відповідно до реальних умов. Завдяки можливості автоматичного регулювання подачі води, такі системи забезпечують зрошення лише в необхідний час та в потрібній кількості, що допомагає підтримувати оптимальну вологість ґрунту та сприятливі умови для розвитку рослин. Наприклад, у випадку очікуваних опадів система може самостійно зменшити або відкласти полив. А коли швидкість вітру перевищує задане порогове значення, система автоматичного поливу, оснащена датчиком вітру, може призупинити роботу дощувачів.

Перевагою таких систем є можливість віддаленого контролю через мобільні додатки або інші пристрої. Завдяки цьому досягається значне зниження витрат води, зменшення негативного впливу на довкілля та оптимізація використання водних ресурсів.

Системи мікродощування і крапельного зрошення (надземного та підземного) сприяють досягненню рівномірного розподілу води в межах ландшафтних насаджень і мінімізують втрати. Вода подається через крапельниці або мікродощувачі (наприклад, баблери), що зменшує випаровування і робить дану технологію ефективною для тривалого зволоження рослин у сухі періоди. Такий метод нормованого поливу забезпечує контроль над обсягом й інтенсивністю поливу, що важливо в умовах нестачі води.

З огляду на зростаючий дефіцит водних ресурсів у багатьох регіонах, ландшафтне зрошення все частіше базується на використанні альтернативних джерел води. Використання очищеної стічної води стає однією з важливих практик, що дозволяє знизити залежність від прісноводних ресурсів. У сучасних системах ландшафтної зрошення стічна вода, пройшовши належну очистку, може безпечно застосовуватися для підтримки зелених насаджень, не завдаючи шкоди рослинності або навколишньому середовищу. Збір дощової води також набуває все більшого поширення в умовах водної кризи. Дощова вода накопичується у спеціально побудованих резервуарах або цистернах, з яких її можна використовувати для зрошення в посушливі періоди. Цей метод є особливо ефективним у міських умовах, де зливаю вода часто втрачається через систему каналізації. Окрім цього, рециркуляція та повторне використання води дозволяють зменшити обсяги споживання та оптимізувати водний баланс ландшафтних зон, що особливо важливо для регіонів з обмеженим водопостачанням.

Зменшення втрат води через випаровування є важливою складовою раціонального використання ресурсів у ландшафтному зрошенні. Ефективним методом є використання мульчування – покриття поверхні ґрунту органічними або неорганічними матеріалами, такими як кора дерев, гравій або

### Секція № 3 Зміна клімату: причини, наслідки та адаптація

спеціальні синтетичні покриття. Мульчування зменшує випаровування, захищає коріння від перегріву та допомагає підтримувати стабільну вологість ґрунту.

Використання тінювих конструкцій є ще однією технікою, що дозволяє зменшити пряме сонячне випромінювання та знизити випаровування води. Спеціальні тінюві сітки або конструкції можуть бути розміщені над рослинними зонами, що дозволяє зберегти вологість ґрунту впродовж триваліших періодів. Ефективне використання води в ландшафтному зрошенні значною мірою залежить від правильного планування графіку поливу. Оптимізація розкладу поливу включає вибір часу, коли випаровування мінімальне – зазвичай це ранкові, вечірні та нічні години, коли температура повітря є найнижчою. Полив у ці періоди дозволяє значно знизити втрати води та підвищити ефективність її поглинання корінням рослин.

Використання альтернативних джерел, технологій зниження випаровування та оптимізації поливу дає змогу значно скоротити споживання води та знизити навантаження на природні ресурси. Ці підходи не тільки підвищують ефективність зрошення, але й сприяють розвитку екологічної стійкості, що є особливо актуальним у контексті кліматичних змін та обмеженості водних ресурсів (табл. 1).

Таблиця 1

Заходи адаптації систем ландшафтного зрошення до кліматичних змін

Кліматичний фактор/проблема	Заходи адаптації	Технології	Очікувані результати
Зменшення кількості опадів	Використання альтернативних джерел води	Збір дощової води, очищена стічна вода	Зменшення залежності від природних опадів
Підвищення температур	Оптимізація розкладу поливу	Автоматизовані системи, смарт-технології	Зниження випаровування та економія води
Зростання частоти посух	Використання точкового зрошення	Крапельне зрошення, мікрозрошення	Підвищення ефективності водокористування
Зниження вологості повітря	Використання технік для зменшення випаровування	Мульчування, тінюві сітки	Підтримка стабільної вологості ґрунту
Зміна біорізноманіття	Вибір стійких до посух рослин	Моделювання потреб рослин, селекція видів	Збереження міської та природної рослинності
Інтенсивні опади	Поліпшення водовідведення та дренажу	Дренажні системи, фільтри, збірники, резервуари	Запобігання підтопленню, зменшення ерозії ґрунту, накопичення води

В умовах мінливого клімату ефективно планування ландшафтного зрошення потребує надійних методів прогнозування водного попиту. Використання моделей, що враховують кліматичні показники, такі як температура, рівень опадів, вологість повітря та інтенсивність сонячного випромінювання, дозволяє передбачити потреби у воді для ландшафтів у різних сезонних умовах. Такі моделі можуть застосовувати варіанти адаптації для різних кліматичних прогнозів, що особливо важливо для регіонів, де очікуються значні зміни погодних умов.

Методи прогнозування водного попиту включають як традиційні емпіричні моделі, так і більш складні динамічні моделі, які враховують різноманітні фактори та здатні враховувати зміни у водному балансі внаслідок екстремальних погодних явищ. Прогнозування на основі таких моделей допомагає підвищити точність планування водних ресурсів, зменшити надлишкове використання води та оптимізувати роботу систем зрошення в умовах обмежених ресурсів.

У роботі розроблено алгоритм, призначений для прогнозування потреби у воді в системах ландшафтного зрошення. Алгоритм використовує комплексний підхід, що включає аналіз метеорологічних даних (температура, опади, вологість, вітер), характеристик ґрунту (тип, вологість), типу рослинності та фази її вегетації. Завдяки інтеграції цих даних, алгоритм дозволяє оптимізувати режим поливу, мінімізуючи витрати води та втрати на випаровування. На основі отриманих даних, алгоритм обчислює необхідний об'єм води для кожної зони зрошення, вибирає оптимальний метод поливу (крапельне, дощування тощо) та визначає найбільш сприятливий час для поливу, враховуючи такі фактори, як випаровування та температура повітря. Це дозволяє створити індивідуальний графік поливу для кожної зони.

Для забезпечення стійкості ландшафтів в умовах зміни клімату необхідно впроваджувати інтелектуальні системи зрошення. Використання альтернативних джерел води, таких як очищена стічна та дощова вода, знижує залежність від прісноводних ресурсів. Таким чином, інтеграція інноваційних технологій та прогнозних моделей є важливим кроком для підвищення стійкості зелених зон в умовах кліматичних змін.

Мерленко Н.О.,  
м.н.с. Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуща»  
[no\\_merlenko@ukr.net](mailto:no_merlenko@ukr.net)

Мерленко І.М.,  
к. с.г.н., доц. кафедри агрономії  
Луцький національний технічний університет  
[im\\_merlenko@ukr.net](mailto:im_merlenko@ukr.net)

Копанський В.О., здобувач вищої освіти ОП «Агрономія» гр. АГРМ-21  
Луцький національний технічний університет  
[Vladkopanskiy@gmail.com](mailto:Vladkopanskiy@gmail.com)

### ЗМІНА КЛІМАТУ-ЗМІНА ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИН В УМОВАХ КІВЕРЦІВСЬКОЇ ТГ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

За останні 30 років середня річна температура в Україні вже зросла на 1°C. Період від кінця 20-го століття і до сьогодні є найтеплішим за всю історію погодних спостережень в Україні (починаючи з 1890-х років). Швидкість зміни середньої, а також максимальної та мінімальної температур за період 1961 – 2013 років склала 0,3°C кожні десять років.

Всі сезони в Україні стали теплішими. Згідно з даними Міндовкілля, середня літня температура в Україні виросла на 1,3°C, середня зима – на 0,9°C, середня весна – на 0,9°C, а середня осінь – на 0,4°C.

Слід відмітити, що людина впливає на клімат через свою господарську діяльність. Спостерігається вплив людини на мікроклімат (смоги, зміни у водному режимі, вирубка лісів), так і на макрокліматичні умови (викиди парникових газів, опустелювання, порушення озонового шару атмосфери тощо).

Це особливо проявляється в останні десятиріччя.

Слід зазначити, що внаслідок глобальних змін клімату на території Волинської області останнім часом активізувалися погодні аномалії у вигляді високих та низьких температур повітря, посух, гроз, інтенсивних та катастрофічних опадів, які міняють типовий розподіл метеорологічних показників. У зв'язку з цим, агрокліматичні ресурси не можна розглядати як певну стаціонарну систему. На початку ХХІ століття у Волинській області спостерігалася помітна динаміка основних елементів агрокліматичних ресурсів (тривалості сонячного сяйва, зміни температурних показників, умов перезимівлі сільськогосподарських культур, частоти стихійних гідрометеорологічних явищ тощо), яка мала певні особливості.

За відсутності власного метеорологічного поста, для здійснення аналізу було використано архівні дані Волинського та Рівненського обласних центрів по гідрометеорології, архіви електронних метеорологічних ресурсів (сайтів [meteo.gov.ua](http://meteo.gov.ua) та синоптик), а також наукові джерела, довідкові матеріали тощо. Хоча отримані результати є недостатньо точними відносно території Ківерцівської ТГ та Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуща», але вони дають змогу зробити порівняльний аналіз змін метеорологічних елементів.

Нами був проведений аналіз середньої температури повітря по календарних порах року за останніх 5 років та багаторічної (табл. 1)

Таблиця 1

Розподіл показників середньої температури повітря по порах року (календарних)

Пори року	Середня температура (°C) по роках						Різниця в порівнянні з багаторічною (°C)					
	2019	2020	2021	2022	2023	багато річна	2019	2020	2021	2022	2023	
Роки												
Зима	-06	2,7	-2,1	0,4	0,9	-4,1	+3,5	+6,8	+2,0	+4,5	+5,0	
Весна	9,5	11,3	9,0	7,4	8,6	6,8	+2,7	+4,5	+2,2	+0,6	+1,8	
Літо	19,9	22,3	22,9	20,3	19,4	17,6	+2,3	+4,7	+5,3	+2,7	+1,8	
Осінь	10,3	12,3	10,6	8,6	11,1	7,4	2,9	+4,9	+3,2	+1,2	+3,7	
Середнє	9,8	12,1	10,1	9,2	10	6,9	+2,9	+5,2	+3,2	+2,3	+3,1	

Статистичний аналіз показує стійку тенденцію до збільшення середньої температури повітря в порівнянні з багаторічними показниками по усіх порах року. За останні 5 років найбільше зростання зафіксовано в зимовий період – від +2,0 до +6,8 °С; весняний період - від +0,6 до +4,5; в літній період – від +1,8 до +5,3 та восени – відповідно +1,2...+4,9.

Крім цього зафіксовано перерозподіл опадів в сторону зростання в теплу пору року і зменшення взимку, а також збільшення частки інтенсивних опадів та гроз. Через такі фактори в ґрунтах знижуються запаси продуктивної вологи, що негативно впливає на ріст та розвиток як природних (диких) так і сільськогосподарських рослин. Змінились терміни настання основних фаз онтогенезу рослин.

В 2023 році на території Ківерцівського національного природного парку «Цуманська пуща» зафіксовано значні кліматичні зміни та, відповідно, і протікання фенофаз у рослинному світі. На початку року спостерігалась плюсова температура, що сприяло вегетації (08 лютого Олицько-Цуманське ПНДВ) та квітуванню (12-17 лютого Озерське ПНДВ) підсніжника білосніжного. 17 лютого спостерігалось квітування лишайників (Кладонія худа, Кладонія струнка) та Ліщини звичайної. Дуже рано (27 лютого) розпочалося квітування Ожики волосистої, Пшінки весняної, Кропиви пурпурової.

Весь березень також був теплим, лише в окремі дні температура знижувалась до 3°C морозу. Такі погодні умови сприяли вегетації первоцвітів та літніх трав. Квітень і травень у 2023 році були надзвичайно теплими з рясними дощами.

Особливо спекотним у цьому році було літо; літні місяці характеризуються спекою (до 37°C) та потужними дощами.

Теплий період продовжувався і на початку осені, температурні позначки досягали +25 °С тепла. Загалом осінь була аномально теплою, спостерігалось друге квітування рослин.

Початок зими 2023 року (а саме грудень) був теж аномально теплим, морозних днів було менше, ніж теплих. Початок зими завжди непрогнозований. В один рік у грудні може бути +10 °С, а в інший температура знижуватись нижче 0°C. Відсутність морозів, висока вологість повітря та тепло посприяло появі у грудні білих грибів та рядовок зелених.

Зміна клімату, а саме підвищення річних температур повітря, зміна опадів, матиме вплив на сільське господарство, оскільки відома залежність його продуктивності від агрометеорологічних умов.

Спостерігаємо зменшення тривалості холодного періоду року, що є однією з ознак, як глобального, так і регіонального потепління.

Тобто, можна зробити висновок, що літній період суттєво збільшився, а зимовий – зменшився. Відповідно до отриманих даних потрібно змістити дати сівби, висадки, обробки ряду культур до оптимальних показників.

Аналіз інформації дозволяє зробити певні висновки щодо близьких та більш віддалених наслідків змін агрокліматичних чинників на сільське господарство.

Підвищення температури повітря у літній період року суттєво вплинуло на збільшення теплових ресурсів, що впливає на поширення насаджень теплолюбних сортів рослин та пізно стиглих сортів. Підвищення середньомісячної температури у зимовий період сприяє зменшенню глибини промерзання ґрунту та підвищенню урожайності озимих культур внаслідок зменшення ризику вимерзання.

Раннє настання теплового періоду на території області зумовлює раннє відновлення вегетації рослин. Відповідно збільшення тривалості вегетації та тривалості активної вегетації підвищує агрокліматичний потенціал та сприяє отриманню більших врожаїв від основних культур нашої області. Проте дані зміни мають свої мінуси, оскільки ранній початок вегетації рослин підвищує ризик пошкодження їх пізніми заморозками, які можна спостерігати до початку травня. Також внаслідок збільшення середніх температур постає надзвичайно гостра проблема – збільшення у 1,5-2 рази комах-шкідників. Для даного роду комах потепління є надзвичайно сприятливою умовою для збільшення популяції та поширення на нові території існування, де раніше проживання через температурні показники для них було неможливе.

В остання роки зменшується кількість днів із сильними морозами, що дозволяє успішно перезимувати збудникам багатьох хвороб (в опалому листі, рослинних рештках, траві і навіть на незначній глибині в ґрунті). Це призводить до збільшення кількості обробок посівів фунгіцидами та інсектицидами, що призведе до погіршення стану довкілля та якості продукції.

Збільшення температури у літній період року також негативно впливає на овочеві та плодоягідні культури, оскільки зменшує відносну вологість повітря та підвищує випаровуваність, як наслідок це призводить до опіків плодів та листя культур. Тривала спека послаблює фотосинтез і відповідно зменшує вміст органічної речовини. Через зростання температури на території області підвищуються конвекційні явища, що супроводжуються зливами, градом, шквалами та завдають значної шкоди сільськогосподарським культурам.

Через потепління можна вирощувати більш теплолюбиві культури і сорти, раніше розпочинати весняно-польові роботи, пізніше – осінні.

Тобто, необхідно продовжувати дослідження впливу агрокліматичних умов в кожному регіоні та впроваджувати адаптивні заходи .

Кагукіна А. М.,  
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій  
асистент кафедри наук про Землю  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
Реун І. А.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
nz2\_ria@student.ztu.edu.ua

## ВІДНОВЛЕННЯ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ ЯК ЗАСІБ АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ

Зміна клімату є глобальною проблемою, яка негативно впливає на сільське господарство, здоров'я людей, водні ресурси та екосистеми. Це вимагає скоординованих зусиль на різних рівнях для адаптації та пом'якшення наслідків [1]. Все частіше спостерігаються екстремальні погодні явища, підвищується рівень моря та відчуваються інші наслідки кліматичних змін. Саме тому, відновлення водно-болотних угідь набуває особливого значення для нашого майбутнього.

Неодмінно важливим є розуміння того, що десятиліттями люди осушували болота для ведення сільського господарства та інших потреб. Як наслідок такі дії призвели до катастрофічного зменшення біорізноманіття та погіршення екологічного стану багатьох територій.

Відновлення боліт – це природне рішення, яке може суттєво посилити водну безпеку України. Ці унікальні екосистеми, працюють як природні фільтри та водосховища, підтримуючи життя малих річок протягом усього року. Це особливо важливо зараз, коли ми стикаємося з кліматичними змінами та зростаючим тиском людської діяльності на водні ресурси [2].

Водно-болотні угіддя – справжні природні скарбниці, які захищають, зберігають і забезпечують. Важливим є те, що вони стримують повені та запобігають ерозії, регулюючи природний потік води. У них мешкає безліч рідкісних видів – кожен третій вид, що знаходиться під загрозою зникнення, пов'язаний з болотами. Крім того, ці екосистеми дають нам чисту воду, їжу та місця для відпочинку, що робить їх збереження життєво важливим для сталого розвитку нашого суспільства [3]. Антропогенний вплив на болота є багатограним та неоднозначним, призводячи як до деградації цих екосистем, так і до посилення процесів заболочування. Найпотужнішими чинниками деградації є видобуток торфу, осушення, затоплення та забруднення боліт. Водночас, деякі види антропогенної діяльності, такі як вирубки лісів та лісові пожежі, можуть сприяти заболочуванню територій. Розуміння цих процесів є критично важливим для розробки ефективних стратегій збереження та відновлення водно-болотних угідь. [4].

Для успішного відновлення водно-болотних угідь потрібен комплексний підхід. Головним рішенням є поєднання наукових досліджень, інженерних рішень та активної участі місцевих громад. Включення цих заходів до планів розвитку територій та управління водними ресурсами – це єдиний спосіб забезпечити довготривалий ефект від відновлення та досягти цілей сталого розвитку [5].

Для України основним є гармонія українського законодавства з європейським у сфері управління водними ресурсами - це ключовий крок до збереження природного багатства та сталого розвитку країни. Захист водно-болотних угідь та вдосконалення природоохоронного законодавства не лише допоможе зберегти природу, але й відкриє нові можливості для розвитку екотуризму та інших галузей економіки.

### Список використаних джерел

1. Пацева І.Г., Кагукіна А.М., Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 6(51). С. 156-159. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/6/25.pdf> (дата звернення 25.10.2024)
2. Відновлення водно-болотних угідь – крок до відновлення річкових екосистем / Басейнове управління водних ресурсів річок Західного Бугу та Сяну, 2023, URL: <https://salo.li/e2e69EA> (дата звернення 25.10.2024)
3. Шумидай І. В. Екологічний стан водно-болотних угідь України // Біорізноманіття: теорія, практика, формування здоров'я збережувальної компетентності у школярів та методичні аспекти вивчення у закладах освіти / Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка / За заг. ред. проф. Грицькової М.В. Полтава, 2020, С. 236-239. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/15743> (дата звернення 26.10.2024)
4. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy. Washington, DC: The National Academies Press, 1992. URL: <https://doi.org/10.17226/1807> (дата звернення: 26.10.2024)Wetland Creation & Restoration URL: <https://gaiacompany.io/wetland-creation-restoration/> (дата звернення 25.10.2024)
5. Збереження водно-болотних угідь може врятувати Україну від катастрофічних повеней, 2024. URL: <https://ecoaction.org.ua/zberezhennia-vodno-bolotnykh-uhid.html> (дата звернення 26.10.2024)

Яковенко Б.Д.,  
здобувачка вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Ілляш О.Е.,  
к.т.н., доц., завідувачка кафедри прикладної екології та природокористування  
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
[ykovenkobogdana@gmail.com](mailto:ykovenkobogdana@gmail.com)

## ОЦІНЮВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РОЗСІЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ АТМОСФЕРИ НА ПРИКЛАДНІ МІСТА ПОЛТАВА

На стан атмосферного повітря та розсіювальну здатність домішок впливають метеорологічні умови, які визначають сприятливість умов для самоочищення атмосфери. Основними метеорологічними факторами, що аналізувалися в даній роботі є температура атмосферного повітря, інтенсивність опадів, швидкість вітрів.

Метою дослідження було проведення оцінювання метеорологічного потенціалу розсіювальної здатності атмосфери на прикладі міста Полтава та на його основі визначення ступеня сприятливості умов для самоочищення атмосферного повітря.

Враховуючи виконаний аналіз літературних джерел [1, 2, 3] для проведення досліджень метеорологічного потенціалу розсіювальної здатності атмосфери міста Полтава було обрано підхід, що ґрунтується на методиці визначення удосконаленого метеорологічного показника атмосфери (УМПА), й дає можливість оцінити значимість окремих метеорологічних факторів шляхом встановлення впливовості коефіцієнтів теплозабезпеченості ( $K_t$ ), вітрового режиму ( $K_v$ ) та інтенсивності опадів ( $K_{оп}$ ) на процеси розсіювання домішок:

$$УМПА = K_t + K_v + K_{оп} = e^{(0,176t_{cp})} + P_{(6)} / P_{(0-1)} + O_p / 400 ,$$

де  $t_{cp}$  – середньорічна температура повітря,  $^{\circ}C$ ;

$P_6$  – повторюваність днів зі швидкістю вітру  $\geq 6$  м/с;

$P_{0-1}$  – повторюваність штгилів (днів зі швидкістю вітру 0–1 м/с);

$O_p$  – річна сума опадів, мм;

400 – річна норма кількості опадів, що необхідна для самоочищення атмосферного повітря, мм.

В якості вихідних даних для проведення оцінювання метеорологічного потенціалу розсіювальної здатності атмосфери були прийняті кліматичні параметри для міста Полтава з електронного кліматичного сервісу «WORLD WEATHER ONLINE» [5] за період 2015 – 2021 роки. На основі зібраних та систематизованих даних було розраховано показник УМПА та значення його складових.

Згідно методики визначення УМПА для встановлення ступеню сприятливості метеорологічних умов розсіювальної здатності домішок в атмосфері, запропоновані наступні граничні умови [1]:

1) УМПА  $\geq 3,5$  – зони зі сприятливими умовами для розсіювання домішок;

2)  $3,5 < УМПА \leq 2,5$  – буферні зони чи зони ризику, в яких з однаковою ймовірністю можуть спостерігатися метеорологічні умови, сприятливі як накопиченню домішок у повітрі, так і його самоочищенню;

3) УМПА  $< 2,5$  – зони з несприятливими умовами для розсіювання домішок.

За отриманими результатами розрахунку складових УМПА ( $K_t$ ,  $K_v$ ,  $K_{оп}$ ) та застосування даних граничних умов визначено, що за показниками вітрового режиму та інтенсивністю опадів територія міста Полтави відноситься до зон з несприятливими умовами для розсіювання домішок, а буферні зони чи зони ризику, в яких з однаковою ймовірністю можуть спостерігатися метеорологічні умови, сприятливі як накопиченню домішок у повітрі, так і його самоочищенню, взагалі відсутні.

З метою аналізу рівня достовірності показника УМПА та його застосування для цілей даного дослідження було проведено кореляційний аналіз взаємозв'язку показника УМПА та його складових із середньорічними концентраціями забруднюючих речовин в атмосфері міста Полтава. Для можливості проведення даного дослідження у більш широких часових межах 15 років (2007 – 2021 рр.) була розширена база кліматичних даних та використані дані щодо значень концентрацій домішок в атмосферному повітрі міста Полтава, зазначені у роботі Волік О.Р. [3].

Результати проведеного кореляційного аналізу демонструють переважно високий та середній рівень зв'язку показника УМПА та його складових з середньорічними концентраціями забруднюючих речовин в атмосфері для умов міста Полтави. Це свідчить про достатньо високу достовірність застосованої методики та визначеного показника УМПА. Виключенням є тільки окремі випадки низької достовірності зв'язку між інтенсивністю опадів та концентрацією діоксиду азоту, а також між показником теплозабезпечення та сумарним УМПА й концентрацією фтористого водню в атмосфері.



За результатами аналізу взаємозв'язку складових УМПА та концентрацій домішок в атмосфері, можна зазначити, що найбільш тісний зв'язок, а значить найбільш впливовішими метеорологічними факторами на розсіювання досліджуваних речовин та їх виведення з атмосфери є наступні:

- коефіцієнт теплозабезпечення є найбільш впливовим на розсіювання пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю;
- показник вітрового режиму має значимий вплив на розсіювання пилу, оксиду вуглецю, діоксиду сірки та діоксиду азоту, формальдегіду, аміаку;
- коефіцієнт інтенсивності опадів має значимий вплив на умови розсіювання пилу, оксидів азоту та вуглецю.

Окремо в рамках даних досліджень проведено аналіз взаємозв'язку динаміки зміни температури атмосферного повітря в м. Полтава із динамікою зміни концентрацій домішок в атмосфері міста, для цілей якого побудовані трендові моделі із застосуванням поліноміальної функції та визначені відповідні коефіцієнти.

За результатами даного аналізу встановлено переважно високий ступінь зв'язку ( $r > 0,5$ ) значень концентрацій домішок в атмосфері із середньорічними температурами повітря м. Полтави, окрім концентрації хлористого водню. Цей результат ще більше доводить вагомість впливу температурного фактору на розсіювальну здатність атмосфери й відповідно на умови її самоочищення.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Малицька Л.В. Просторово-часова мінливість комфортності кліматичних умов в Україні: дис. канд. географ. наук: 11.00.09 / Малицька Людмила Володимирівна. – Київ, 2019. – 230 с. – Режим доступу: <https://geo.knu.ua/biblioteka/dysertacziyi/>

2. Екологічний стан атмосферного повітря: аналіз потенціалу самоочищення в Україні / Малицька Л.В., Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/316043088\\_EKOLOGICNIJ\\_STAN\\_ATMOSFERNOGO\\_POVITRA\\_ANALIZ\\_POTENCIALU\\_SAMOOCISENNA\\_V\\_UKRAINI](https://www.researchgate.net/publication/316043088_EKOLOGICNIJ_STAN_ATMOSFERNOGO_POVITRA_ANALIZ_POTENCIALU_SAMOOCISENNA_V_UKRAINI)

3. Волік О.Р. Дослідження метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери м. Полтава / Автореферат кваліфікаційної роботи на здобуття наукового ступеня магістра, 8.04010601 - екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, 2016. – 15с.

4. Екологічні паспорти Полтавської області. - Режим доступу: <https://eko.adm-pl.gov.ua/>

5. База кліматичних даних WORLD WEATHER ONLINE. – Режим доступу: <https://www.worldweatheronline.com/poltava-weather-history/poltavska-oblast/ua.aspx>

## РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

Барков А.І.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Кравчук-Ободзінська Т.В.,  
асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»

## ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ҐРУНТОВИХ ГЕРБИЦИДІВ

Сучасні агротехнології неможливо уявити без використання засобів захисту рослин, зокрема гербицидів. Вони допомагають зменшити конкуренцію за поживні речовини між сільськогосподарськими культурами та бур'янами, особливо на початкових стадіях росту рослин, що дозволяє зберегти врожай до 65%. Однак, нерегульоване та нераціональне застосування цих засобів може призвести до непередбачуваних екологічних наслідків в агроєкосистемах, що, в свою чергу, може викликати деградацію екосистем, забруднення навколишнього середовища, виснаження природних ресурсів та зменшення біорізноманіття.

Найбільш чутливою складовою екосистем до хімічного навантаження є біота ґрунту, що дозволяє використовувати її як індикатор екологічного стану ґрунту. Світовий досвід підтверджує перспективність застосування біологічних об'єктів для виявлення антропогенної деградації природних і аграрних систем, а також для встановлення довгострокових тенденцій їх змін і буферної здатності біологічних систем до різних чинників[1]. У зв'язку з цим, агроєкологічна оцінка нових гербицидів є важливим завданням для забезпечення екологічної безпеки агровиробництва та зменшення хімічного тиску на навколишнє середовище, що підкреслює актуальність теми дослідження [2,3].

Головною проблемою застосування гербицидів є їх поступова втрата ефективності. Згідно з аналізом, лише 5–40% гербицидів здатні знищити бур'яни, тоді як залишки потрапляють у ґрунт, водою та атмосферою. Це пов'язано з тим, що популяції шкідників є динамічними і здатні швидко еволюціонувати. Обробка полів пестицидами призводить до загибелі найбільш чутливих особин, в той час як стійкі продовжують розмножуватися, формуючи нове, більш витривале покоління [2]. У зв'язку з широким використанням пестицидів, проблема їх еколого-токсичного впливу на елементи природних угруповань, а також їх транслокації і трансформації в системах «рослина – ґрунт – вода» привертає значну увагу. Інтенсивність транслокації в основному залежить від властивостей ґрунтів і кліматичних умов.

Сучасні уявлення підкреслюють, що ґрунт є критично важливим елементом біосфери, від якого залежать як продуктивність рослин, так і підтримка якості навколишнього середовища на локальному, регіональному та глобальному рівнях. Біологічні процеси, пов'язані зі структурою та родючістю ґрунту, можуть бути чутливими до змін. Тому сьогодні існує значний інтерес до біотичної складової ґрунту, яка є функціонально та анатомічно невід'ємною частиною і сенсором усіх ґрунтових процесів [3,4].

Надмірне застосування хімічних добрив і пестицидів порушує природний баланс ґрунтів, що може призвести до серйозних негативних наслідків. Наприклад, Триклопір пригнічує бактерії ґрунту, які відповідають за перетворення аміаку в нітрит. Гліфосат знижує ріст і активність вільно живучих азотфіксуючих бактерій, а 2,4-D негативно впливає на фіксацію азоту симбіотичними бактеріями бобових, зменшує ріст і активність синьозелених водоростей, що фіксують азот, а також перешкоджає нормальному перетворенню аміаку в нітрати ґрунтовими бактеріями[2].

Можна стверджувати, що нераціональне та неконтрольоване використання цих ресурсів може призвести до непередбачуваних екологічних наслідків в агроєкосистемах. Це, в свою чергу, може викликати деградацію екосистем, забруднення навколишнього середовища, виснаження природних ресурсів, а також зменшення і втрату біорізноманіття.

Список використаної літератури

1. Шевчук, М. Г., Кучма, В. Ю. Оцінка екоотоксикологічного впливу гербицидів на основі польових і лабораторних досліджень. *Агроєкологія і природокористування*. 2021. 15(3), 65-71.
2. Карпенко, Р. В. Вплив ґрунтових гербицидів на родючість та екологічний стан ґрунтів. *Агроєкологія і охорона навколишнього середовища*. 2021. 12(3), 60-67.
3. Пацева І. Г., Кагукіна А.М., Луцьова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 6(51) С. 156-159.
4. Валерко Р.А. Особливості біотестування антропогенно забруднених ґрунтів з метою їх екоотоксичної оцінки. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків, 2013. № 2. 262–266 с.

Наумов Я.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Державний університет «Житомирська політехніка»,  
naumovaroslav81@gmail.com

## **ЕКОЛОГІЧНО ВІДПОВІДАЛЬНИЙ ВИДОБУТОК РІДКОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ: СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ І МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ**

Рідкоземельні метали (РЗМ) є ключовими елементами для багатьох високотехнологічних галузей, таких як виробництво акумуляторів для електромобілів, сонячних панелей, вітрових турбін та електроніки. На глобальному рівні попит на ці метали стрімко зростає через необхідність переходу до поновлюваних джерел енергії та декарбонізації економіки. Однак видобуток рідкоземельних металів часто супроводжується серйозними екологічними проблемами, включаючи деградацію ґрунтів, забруднення води та викиди шкідливих речовин у атмосферу.

Актуальність дослідження полягає в тому, що, незважаючи на величезне значення рідкоземельних металів для зелених технологій, їх видобуток і переробка несуть ризики для довкілля, які можуть ставити під загрозу сталий розвиток. Таким чином, розробка та впровадження екологічно безпечних методів видобутку є важливим елементом збереження навколишнього середовища, особливо в контексті глобальних екологічних цілей.

Основні екологічні проблеми, пов'язані з видобутком рідкоземельних металів передбачає значні екологічні виклики, оскільки ці елементи зазвичай зустрічаються в низьких концентраціях у рудних тілах, що вимагає обробки великих обсягів ґрунту.

Основні проблеми включають:

1. Руйнування ландшафтів: Традиційний видобуток РЗМ передбачає масове видобування та подрібнення порід, що може призводити до ерозії ґрунтів і втрати біорізноманіття. Великі кар'єри руйнують природні екосистеми і змінюють гідрологічний режим регіонів.

2. Використання токсичних хімічних речовин: При видобутку рідкоземельних металів часто використовуються хімічні речовини, такі як сірчана кислота або ціаніди, що може призводити до забруднення водних ресурсів і шкідливого впливу на здоров'я населення.

3. Радіоактивність: Деякі руди, що містять РЗМ, мають високий рівень природної радіоактивності. Наприклад, торій і уран часто зустрічаються в тих самих родовищах, що й РЗМ, що створює додаткові екологічні та безпекові ризики під час видобутку і переробки.

4. Енергетичні витрати і викиди CO<sub>2</sub>: Технології видобутку рідкоземельних металів є енергоємними, що призводить до значних викидів парникових газів. Це суперечить глобальним цілям щодо зменшення викидів і боротьби з кліматичними змінами.

З огляду на виклики, пов'язані з традиційними методами видобутку рідкоземельних металів, існує кілька напрямків, які спрямовані на зменшення екологічного навантаження та забезпечення сталого розвитку.

Одним із перспективних напрямків є використання біотехнологій для видобутку металів з руд це біовидобуток (біолизинг). Біовидобуток включає застосування мікроорганізмів, які здатні розчиняти метали з рудних матеріалів. Цей процес може суттєво знизити використання токсичних хімічних речовин і споживання енергії, що робить його екологічно більш прийнятним.

Мікроорганізми можуть використовуватися для вилучення РЗМ з рідких і твердих відходів, а також із низькоконцентрованих руд. Ця технологія вже знайшла застосування в деяких країнах для видобутку міді та золота і має великий потенціал для РЗМ.

Геотехнології, такі як підземний видобуток шляхом розчинення, передбачають вплив на рудне тіло без його безпосереднього видалення на поверхню. В таких технологіях використовуються хімічні розчини для вимивання металів з руди прямо в підземних умовах, що значно зменшує обсяг відходів і знижує вплив на ландшафти.

Використання більш екологічно безпечних розчинів для цього процесу, таких як органічні кислоти замість сірчаної або азотної кислоти, є важливим напрямком досліджень, який дозволяє знизити ризики забруднення.

Один із найбільш екологічно чистих способів зменшення видобутку РЗМ — це розширення практики рециклінгу. Рідкоземельні метали містяться в багатьох пристроях, таких як старі мобільні телефони, батареї та інша електроніка. Рециклінг дозволяє зберегти природні ресурси і зменшити кількість відходів.

Наразі існує кілька технологій для вилучення РЗМ з електронних відходів, включаючи гідрометалургійні процеси, які потребують вдосконалення для зниження використання токсичних хімікатів.

Порівняння екологічного впливу традиційного і екологічно безпечного видобутку рідкоземельних металів (РЗМ)

Параметр	Традиційний видобуток РЗМ	Екологічно безпечні методи (біовидобуток, рециклінг)
Використання хімікатів	Сірчана кислота, ціаніди	Мікроорганізми або органічні кислоти
Енергетичні витрати	250-300 МВт-год на тонну руди	70-90 МВт-год на тонну руди
Радіоактивність відходів	Можлива через уран/торій	Мінімальна
Вплив на ґрунти та ландшафт	Значна ерозія, руйнування природних ландшафтів	Мінімальний вплив
Кількість відходів	Великий обсяг	Зменшена кількість через ефективніші процеси
Капіталовкладення	Високі витрати	Початково високі, але економія в довгостроковій перспективі

Зелена хімія пропонує підхід, який спрямований на використання нетоксичних, екологічно безпечних реагентів у процесах видобутку та переробки рідкоземельних металів. Це включає розробку альтернативних розчинників для вимивання металів з руд або відходів, а також використання відновлюваних ресурсів для хімічних реакцій.

Перспективи зеленої хімії полягають у тому, що такі реагенти можуть замінити агресивні речовини, які зараз використовуються в промисловості, знижуючи таким чином вплив на навколишнє середовище.

Незважаючи на перспективи, існують певні бар'єри на шляху до широкого впровадження екологічно безпечних технологій у видобутку РЗМ. Це включає високу вартість нових технологій, необхідність модернізації наявних виробничих потужностей, а також недостатній рівень регуляторної підтримки у багатьох країнах. Крім того, розробка нових технологій вимагає значного часу і наукових досліджень.

Таблиця 2

Порівняння викидів CO<sub>2</sub> і енергетичних витрат для різних методів видобутку рідкоземельних металів:

Метод видобутку	Викиди CO <sub>2</sub> (тонни на тонну металу)	Енергетичні витрати (МВт-год на тонну руди)
Відкритий кар'єр	10.5	250
Підземний видобуток	8.7	200
Біовидобуток	2.1	90
Рециклінг	1.3	70

Ця таблиця показує, як екологічно безпечні методи видобутку, такі як біовидобуток та рециклінг, суттєво знижують викиди CO<sub>2</sub> та енерговитрати, роблячи їх більш придатними для сталого розвитку в порівнянні з традиційними методами, такими як відкритий кар'єр та підземний видобуток.

Втім, тенденції до посилення екологічних вимог на глобальному рівні, а також збільшення попиту на РЗМ через розвиток зеленої енергетики, можуть стати рушійною силою для змін у цій галузі. Інвестиції в наукові дослідження і розробки є ключовими для впровадження цих технологій.

Екологічно безпечні методи видобутку рідкоземельних металів є важливим напрямком для забезпечення сталого розвитку та мінімізації впливу на навколишнє середовище. Впровадження таких технологій, як біовидобуток, геотехнології, рециклінг і зелена хімія, може суттєво знизити екологічне навантаження, пов'язане з традиційними методами видобутку.

У майбутньому розвиток і вдосконалення цих технологій матиме вирішальне значення для забезпечення переходу до екологічно сталого суспільства та сприятиме досягненню глобальних екологічних цілей. Збільшення наукових досліджень, розробка регуляторних механізмів та міжнародне співробітництво у цій галузі можуть значно прискорити цей процес.

Бідило М.О.,  
здобувач фахової передвищої освіти кваліфікаційного ступеня  
“фаховий молодший бакалавр”  
спеціальності 101 “Екологія”  
Науковий керівник: Дяченко Л.Б.,  
викладач хімії  
Харківський фаховий коледж технологій та дизайну  
nikfug2@gmail.com

## РАЦІОНАЛЬНЕ ТА ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ТА ЕКОЛОГІЧНА СВІДОМІСТЬ ГРОМАДЯН

Ця тема є однією з найбільш актуальних проблем сучасності, оскільки використання природних ресурсів має набути більш раціонального характеру. Особливо важливо це для невідновлювальних ресурсів, які утворювалися в надрах землі протягом сотень тисяч, а то й мільйонів років. Наш обов'язок — зберегти ці ресурси для наших потомків, а не бездумно витратити їх у XXI-XXII столітті. Це питання має вирішальне значення для сталого розвитку майбутніх поколінь.

Раціональне природокористування є необхідною умовою для забезпечення стабільного розвитку суспільства. В умовах швидкого зростання світового населення та споживання ресурсів, людство стикається з ризиком вичерпання невідновлюваних джерел енергії, деградації ґрунтів і втрати біорізноманіття. Зміна клімату та інші екологічні кризи вимагають невідкладних дій для зниження навантаження на навколишнє середовище. Сталий розвиток вимагає зміщення акценту з експлуатації ресурсів на їх відновлення, а також ефективного використання альтернативних джерел енергії.

Для цього необхідно впроваджувати сучасні технології, що спрямовані на скорочення викидів та ресурсозбереження. Використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова, забезпечує зниження залежності від викопного палива. Підвищення рівня переробки матеріалів і зменшення відходів сприяє збереженню природних ресурсів. Роль державної політики в цьому процесі є ключовою: вона повинна створювати умови для екологічного регулювання, стимулювати використання екологічних технологій та формувати екологічну свідомість серед населення.

Збереження біорізноманіття та екосистем є невід'ємною складовою стратегії сталого розвитку. Ліси, річки, моря та інші природні середовища відіграють важливу роль у підтримці екологічної рівноваги на планеті.

Зменшення темпів вирубки лісів, захист рідкісних видів флори і фауни, а також відновлення екосистем є ключовими завданнями для всіх країн світу. Активна участь громадян у природоохоронних заходах сприяє збереженню природного багатства для майбутніх поколінь.

Раціональне використання природних ресурсів не обмежується технологічними рішеннями. Важливу роль відіграє екологічна культура населення, яка формується через освіту, пропаганду екологічних цінностей та практичні дії. Тільки за умов спільної праці громадськості, бізнесу та держави ми зможемо зберегти нашу планету та забезпечити екологічну безпеку для прийдешніх поколінь.

### Список використаної літератури

1. Екологічна політика України: цілі, напрями та інструменти реалізації. Режим доступу: <https://ecopolitic.com.ua/ua/news/ekologichna-politika-ukraini-cili-napryami-ta-instrumenti-realizacii/>
2. Сталий розвиток та раціональне природокористування. Режим доступу: <https://uahistory.co/pidruchniki/anderson-biology-and-ecology-11-class-2019-standard-level/48.php>
3. Раціональне природокористування та ресурсозбереження: основні завдання та перспективи. Режим доступу: <https://vseosvita.ua/library/racionalne-prirodokoristuvanna-ta-resursozberezenna-osnovni-zavdanna-ta-perspektivi-391336.html>
4. Природні ресурси, їх класифікація та економічна оцінка. Режим доступу: <https://buklib.net/books/23847/>

*Юр'єв О. Ю.,  
здобувач вищої освіти ступеня «бакалавр»  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
Науковий керівник: Савченко А. М.,  
старший викладач кафедри технологій  
захисту навколишнього середовища та охорони праці,  
Київський національний університет будівництва та  
архітектури  
yuriev.0007@gmail.com; [asav2509@gmail.com](mailto:asav2509@gmail.com)*

## **ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НОРМ ЄС В БУДІВНИЦТВІ ЯК ШЛЯХ ДО РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ**

Екологічні виклики сучасності вимагають зниження негативного впливу будівельної галузі на довкілля та раціонального використання природних ресурсів. Будівництво споживає значні ресурси, генерує CO<sub>2</sub> і великі обсяги відходів. «Зелене будівництво» спрямоване на зменшення цього впливу через енергоефективність і екологічні матеріали, раціональне використання, в тому числі повторне, природних матеріалів. Для України важливим завданням є адаптація будівельних норм до екологічних стандартів ЄС, передбачених Угодою про асоціацію. У даній роботі розглянуто окремі правові механізми зниження екологічних ризиків шляхом впровадження принципів зеленого будівництва.

Зелене будівництво – це практичний підхід для зменшення впливу на природне середовище і водночас підвищення енергоефективності. Воно охоплює екологічно чисті матеріали, економне енергоспоживання, раціональне управління водними ресурсами і створення комфортного середовища. Популярні сертифікації, як-от LEED і BREEAM, визначають стандарти енергозбереження й використання відновлюваних ресурсів. В Україні цей напрям лише розвивається, але вже з'явилися стандарти, що сприяють сталому розвитку. ЄС активно розробляє екологічні стандарти, зокрема Директиву 2010/31/ЄС, яка встановлює вимоги до енергозбереження та мінімізації вуглецевого сліду в будівництві [1].

Європейський зелений курс передбачає кліматичну нейтральність до 2050 року, що робить будівельний сектор пріоритетним для зниження викидів. Україна почала імплементацію цих стандартів з ухвалення Закону «Про енергетичну ефективність будівель», що передбачає енергетичну сертифікацію будівель [2]. Проте процес ускладнений через нестачу інфраструктури та обізнаності забудовників. За дослідженнями науковців, для впровадження проєктів зеленого будівництва існує нестача регіональних ресурсів [3; 4]. Наприклад, стандарт енергоефективного зеленого будівництва для громадських будівель, створений у проєкті ГО «Жива планета», передбачає підвищену теплоізоляцію, сонячні системи нагрівання та вентиляцію з рекуперацією тепла, що в пілотному проєкті на заході України зменшило витрати на опалення на 30%. Програми децентралізації, підтримані Українським фондом енергоефективності, стимулюють громади впроваджувати енергоощадні заходи, зокрема утеплення та сонячні панелі. Зелене будівництво є ефективним засобом зменшення шкідливого впливу будівельної галузі на довкілля. Воно включає застосування енергоефективних технологій, раціональне використання водних ресурсів, зниження викидів CO<sub>2</sub> та використання екологічних матеріалів. Основні методи зеленого будівництва передбачають впровадження систем утеплення, енергоефективного скління, використання сонячних батарей і теплових насосів, що дозволяє зменшити споживання енергії та підвищити екологічну стійкість будівель. В Україні було реалізовано проєкт енергоефективного будівництва для громадських будівель за стандартом, розробленим ГО «Жива планета». Цей стандарт рекомендує підвищену теплоізоляцію, системи сонячного нагрівання води і вентиляцію з рекуперацією тепла, що в одному з пілотних проєктів дозволило знизити витрати на опалення на 30%. Такі проєкти демонструють економічні та екологічні вигоди для громад, підвищуючи комфорт і знижуючи витрати на утримання будівель [5].

Другим важливим аспектом є раціональне управління водними ресурсами. Зелені будівлі часто оснащуються системами збору дощової води для поливу насаджень і технічних потреб, що дозволяє зменшити використання питної води. Такі технології вже впроваджуються в Україні в рамках програм, підтримуваних Українським фондом енергоефективності, що також допомагає модернізувати житловий фонд за рахунок утеплення та енергозберігаючих технологій. За інформацією порталу «Децентралізація», подібні проєкти в громадах допомагають знизити залежність від традиційних джерел енергії та покращують екологічну ситуацію [6]. Використання екологічних матеріалів, таких як перероблена сировина та нетоксичні ізоляційні матеріали, також відіграє важливу роль у зеленому будівництві. Наприклад, проєкти, описані в дослідженнях КНУБА, доводять ефективність натуральних матеріалів, таких як деревина з сертифікованих лісових господарств, що знижує загальний вуглецевий слід і є більш безпечним для здоров'я людей [3; 4].

Зелене будівництво має значний потенціал для сталого розвитку в Україні, особливо в контексті зобов'язань перед ЄС. Переваги включають економію енергії, зниження викидів CO<sub>2</sub> і створення комфортного середовища для мешканців. Згідно з проєктом ГО «Жива планета», впровадження стандартів енергоефективного зеленого будівництва у громадських будівлях може знизити витрати на енергоресурси на 20-30%. Державні програми, зокрема через Український фонд енергоефективності, також підтримують модернізацію житлового фонду, що сприяє збереженню енергоресурсів. Подальший розвиток зеленого будівництва залежить від фінансування, покращення законодавства й стимулів для забудовників. Розвиток програм децентралізації дозволяє громадам самостійно впроваджувати екологічні ініціативи, як-от сонячні панелі та утеплення, підвищуючи енергоефективність і знижуючи витрати на комунальні послуги. Така підтримка може стати основою для створення сталого і екологічного майбутнього в Україні [7].

Зелене будівництво є перспективним інструментом для зменшення негативного впливу будівельної галузі, зниження енергоспоживання та підтримки сталого розвитку в Україні. Впровадження екологічних стандартів, розроблених у ЄС, дозволяє досягти значного скорочення викидів та ефективного використання ресурсів. Імплементация таких директив уже дала перші результати в Україні, зокрема, завдяки національним ініціативам, підтримуваним Українським фондом енергоефективності. Попри виклики, такі як недостатнє фінансування та потреба у вдосконаленні законодавства, перспективи розвитку зеленого будівництва в Україні є значними. Подальша гармонізація законодавства з екологічними нормами ЄС, розширення державних програм підтримки та залучення інвесторів стануть важливими факторами для створення більш стійкого та екологічно безпечного середовища, а також для раціонального використання природних ресурсів. У підсумку, розвиток зеленого будівництва сприятиме не лише збереженню природних ресурсів, а й підвищенню якості життя українського населення, що робить його пріоритетним напрямом для державної політики. Адже головними принципами зеленого будівництва є раціональне використання ресурсів (енергії, води, землі), мінімізація шкоди довкіллю і створення комфортного для людини мікроклімату в будинку [8].

#### Список використаних джерел

1. ДИРЕКТИВА ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ 2010/31/ЄС від 19 травня 2010 року про енергетичні характеристики будівель. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011-10#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011-10#Text)
2. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22 червня 2017 року № 2118-VIII. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
3. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/I-20\\_1-1-1.pdf](https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/I-20_1-1-1.pdf)
4. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/05/zbirnyk\\_gotovuj-4.pdf](https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/05/zbirnyk_gotovuj-4.pdf)
5. Презентація стандарту енергоефективного зеленого будівництва для громадських будівель. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://livingplanet.org.ua/novuny/prezentatsiya-standartu-energoefektivnogo-zelenogo-budivnitstva-dlya-gromadskikh-budivel>
6. Децентралізація в Україні. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://decentralization.ua/>
7. Т. М. Ткаченко, В. О. Мілейковський, О. М. Гунченко. Оцінка заощадження енергії та непрямого зменшення викидів CO<sub>2</sub> вертикальним озелененням // // Вентиляція, освітлення та теплозапобігання. – Вип. 31. – Київ: КНУБА, 2019. – С. 16-23.
8. Савченко, А., & Ткаченко, Т. (2022). Імплементация європейських норм зеленого будівництва в будівельну галузь України. Екологічна безпека та природокористування, 41(1), 31–43. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.1.31-43>

Благодир Д.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»  
Науковий керівник: Пирог Т.П.,  
д.б.н., проф.,  
Національний університет харчових технологій  
[dasha.blagodir@gmail.com](mailto:dasha.blagodir@gmail.com)

**ДЕСТРУКЦІЯ ДВОВИДОВИХ БІОПЛІВОК ЗА ДІЇ КОМПЛЕКСУ ЕФІРНОЇ ОЛІЇ ТА  
ПОВЕРХНЕВО АКТИВНИХ РЕЧОВИН *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMB B-7241,  
ОТРИМАНИХ ЗА НАЯВНОСТІ *ENTEROBACTER CLOACAE* C-8**

**Вступ.** Більшість інфекцій, спричинені полімікробними біоплівками, є серйозною проблемою у медицині і харчовій промисловості, які характеризуються підвищеною стійкістю до дії монобіоцидів. Як результат виникає необхідність використання комплексу антимікробних сполук для їх руйнування.

Достатньо ефективним є використання ефірних олій, як природних антимікробних сполук широкого спектру дії, у поєднанні з іншими біоцидами. Крім того, перспективними деструкторами біоплівок є мікробні поверхнево-активні речовини (ПАР), оскільки одним із механізмів руйнування біоплівок є їх антимікробна активність. Раніше було встановлено можливість регуляції біологічної активності ПАР *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241 у разі внесення у середовище *Enterobacter cloacae* C-8. Відповідно до цього, ми припустили, що суміш ефірних олій з ПАР може виявитися ефективним щодо руйнування двовидових бактеріальних біоплівок.

**Мета дослідження.** Дослідити ступінь руйнування двовидових бактеріальних біоплівок за дії комплексу ефірної олії чайного дерева з поверхнево-активними речовинами *A. calcoaceticus* IMB B-7241, синтезованими за наявності бактеріального індуктора *E. cloacae* C-8.

**Матеріали та методи.** Культивування *A. calcoaceticus* IMB B-7241 здійснювали у рідкому мінеральному середовищі з гліцерином (3 %, об'ємна частка) за наявності живих, інактивованих клітин *E. cloacae* C-8 чи відповідного супернатанту. Суспензію живих клітин *E. cloacae* C-8 і супернатант вносили у середовище культивування продуцента ПАР у кількості 2,5 %, інактивовані автоклавуванням клітини – 10 % від об'єму середовища. ПАР екстрагували з супернатанту культуральної рідини сумішню хлороформу і метанолу (2:1). Ступінь руйнування біоплівки (%) визначали як різницю між адгезією клітин тест-культур у необроблених і оброблених ПАР лунках імунологічного планшету.

**Результати.** Встановлено, що незалежно від фізіологічного стану індуктора (живі, інактивовані клітини, супернатант) внесеного у середовище культивування *A. calcoaceticus* IMB B-7241, комплекс утворених ПАР у комбінації з ефірною олією чайного дерева у широкому діапазоні концентрацій (80-640 мкг/мл) спричиняв руйнування біоплівки *E. cloacae* C-8 з *Pseudomonas* sp. MI-2 ефективніше, ніж відповідні монобіоциди.

Так, деструкція двовидової біоплівки за дії комплексу ефірної олії чайного дерева та ПАР *A. calcoaceticus* IMB B-7241, синтезованих за наявності живих клітин індуктора, досягала 73-81%, що на 28-29% вище, порівняно з дією лише ПАР або лише олії. Зазначимо, що під впливом такої суміші біоцидів високий ступінь руйнування двовидової біоплівки (52–53 %) досягався за вищих з досліджуваних концентрацій біоцидів (320–640 мкг/мл).

Ступінь руйнування двовидової біоплівки *E. cloacae* C-8 та *Pseudomonas* sp. MI-2 після обробки комплексною сумішню ефірної олії чайного дерева та ПАР, отриманих за внесення інактивованих клітин *E. cloacae* C-8 або відповідного супернатанту, був вищим у середньому на 26-27 %, порівняно з дією монопрепаратів. Максимальний ступінь руйнування подвійної біоплівки становив 75–79 % у разі використання комплексу препаратів у концентрації 320–640 мкг/мл.

**Висновок.** Отже, у результаті проведеної роботи встановлено можливість підвищення деструкції двовидових бактеріальних біоплівок за дії на них суміші ефірної олії чайного дерева та ПАР *A. calcoaceticus* IMB B-7241, синтезованих за наявності конкурентних грамнегативних бактерій *E. cloacae* C-8.



*Бухановський М.М.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Наукові керівники: Яциук Л.Б.,  
к.х.н., доц., доцент кафедри екології,  
Магльована Т.В.,  
д.т.н., професор кафедри екології  
Черкаський державний технологічний університет  
[m.m.bukhanovskyi.ftbrp23@chdtu.edu.ua](mailto:m.m.bukhanovskyi.ftbrp23@chdtu.edu.ua)*

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПЕРЕРОБКИ І УТИЛІЗАЦІЇ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ

Одним із найбільш очевидних результатів діяльності людини є утворення відходів, серед яких особливе місце завдяки своїм унікальним властивостям займають відходи полімерних виробів. У міру розширення галузей застосування та кількості полімерних матеріалів питання пошуку ефективних методів утилізації та переробки полімерних відходів стає все більш актуальним.

На даний момент актуальною є проблема утилізації відходів полімерних матеріалів не тільки з точки зору охорони навколишнього середовища, але й у разі дефіциту полімерної сировини відходи пластику стали потужним джерелом сировини та енергії. . Водночас вирішення проблем, пов'язаних із захистом навколишнього середовища, потребує значних фінансових вкладень.

Однією з позитивних тенденцій є те, що за останні п'ять років значно збільшився не лише обсяг збирання відходів, але й частка відходів, які підлягають переробці, значно зросла, що призвело до зменшення кількості відходів, які можна захоронювати. Тим не менш, промисловість вторинної переробки полімерних матеріалів все ще має величезний потенціал для подальшого розвитку, особливо для країн з нижчим рівнем використання. Розвиток технології переробки полімерів триває протягом тривалого часу, особливо в 1970-х роках, було розроблено кілька методів переробки на основі виробництва пластмас, які розкладаються під впливом біологічних організмів, сонячного світла або води, але в основному в цьому напрямку виконана робота закрита.

Одним із головних завдань будь-якої національної влади є охорона природних ресурсів і захист навколишнього середовища. Тому актуальним залишається питання розробки екологічно безпечної політики поводження з відходами. Це включає мінімізацію кількості відходів, що надходять на звалище, завдяки використанню методів механічної переробки. Цей метод можна використовувати для переробки пластику в первинні матеріали.

У промислово розвинених країнах широко використовуються дві технології переробки пластикових відходів: 1) спалювання відходів; 2) механічна переробка пластикових відходів.

Незважаючи на існування цих технологій, основним методом видалення пластикових відходів є їх переміщення на звалища. В ЄС пластикові відходи класифікують за напрямком утилізації:

Сучасні методи переробки полімерних відходів включають каталіз і піроліз при температурах 500-1000 °C в анаеробних або безкисневих середовищах. Спосіб дозволяє отримувати безвуглеводневе і безсірчисте паливо. Під дією тепла молекули полімеру розкладаються й утворюють низькомолекулярні продукти, властивості та реальні виходи яких залежать від умов процесу, хімічного складу та природи вихідних компонентів. У більшості випадків рідкі продукти піролізу можна використовувати як паливо через їх низьку в'язкість і високу теплоту згоряння. Рідкі продукти піролізу переважно використовувати у вигляді твердих і рідких добавок до палива. Вони також можуть служити додатковим джерелом хімічної сировини для виробництва ароматичних вуглеводів, етилену і соляної кислоти. У деяких випадках тверді продукти піролізу можна використовувати самостійно.

Вторинний пластик може конкурувати з деякими первинними полімерами. Вони також можуть використовуватися в інших галузях промисловості на тому ж рівні, що й первинні продукти.

Фізико-механічні та реологічні властивості та структура більшості полімерів змінюються при багаторазовій обробці. Тому необхідною умовою правильного вибору технології обробки є дослідження впливу частоти обробки на властивості пластикових блоків. Повторна обробка полімерних матеріалів вимагає введення додаткових стабілізаторів для уповільнення або запобігання пошкодженню. Найбільш успішною вторинною переробкою є переробка великотоннажних гумотехнічних виробів, наприклад автомобільних шин. Вони виготовлені з вулканізованої гуми, наповненої технічним вуглецем, який може містити до 40% сажі за вагою. Після закінчення терміну експлуатації такі шини не викидають, а подрібнюють. Існує багато способів переробки полімерних матеріалів і смітцевої тари, серед яких найбільш доцільними і безпечними є вторинна переробка, регенерація і піроліз.

Необхідною частиною будь-якого виробничого процесу є повторне використання відходів полімерних матеріалів. Вторинні пластичні маси можуть зівставити гідну конкуренцію деяким первинним полімерам.

Весельський О.О.,  
здобувач вищої освіти освітньо-наукового ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Мельник-Шамрай В.В.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»

### ПОШИРЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗРОСТАННЯ ДИКОРΟΣЛИХ ЯГІДНИХ РОСЛИН НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Ліси Полісся України досить багаті на ягідні рослини, серед яких найбільш поширеними є чорниця *Vaccinium myrtillus* L., брусниця *V. vitis-idaea* L., лохина *V. uliginosum* L., журавлина болотна *Oxycoccus palustris* Pers і журавлина дрібноплідна *O. microcarpus* Turcz. ex Rupr., малина *Rubus idaeus* L., ожина *R. caesius* L., кістяника *R. saxatilis*., суниця *Fragaria vesca* L. Створюють високопродуктивні зарості п'ять видів: чорниця, журавлина болотна, малина, лохина і брусниця (табл. 1). На ці види припадає понад 90% обсягу всієї заготівлі ягідних рослин у регіоні. Інші ягідні рослини займають невеликі площі, не створюють великих чагарників і для промислової експлуатації малоприсадибні [1].

Таблиця 1

Площа найбільш поширених видів ягідних рослин у лісах  
Державного агентства лісових ресурсів України (тис. га)

Область	Чорниця звичайна	Журавлина болотна	Брусниця звичайна	Лохина	Малина звичайна
Волинська	47,6	4,3	1,3	0,8	0,7
Рівненська	66,6	16,6	2,0	1,7	2,3
Житомирська	64,6	4,0	2,2	1,5	1,8
Київська	15,3	-	0,8	0,5	0,9
Чернігівська	13,	-	0,7	0,4	0,8
Львівська	4,2	0,3	0,4	0,2	6,2
Всього	211,3	25,2	7,4	7,4	12,7

Найбільші і найпродуктивніші площі ягідних рослин зосереджено у північно-західній частині Полісся України: Житомирській – 74,1 тис. га, Рівненській – 89,2 тис. га та Волинській – 54,7 тис. га областях. Частка тих чи інших ягідників по областях різна, але практично скрізь найбільше поширення мають чорничники: у Житомирській області вони становлять 87,2% від площі всіх ягідників, Рівненщини – 74,8%, Волинської – 87,0%. Значно менше поширення мають журавлинники – 5,4%, 18,6% та 7,9% відповідно зазначеним вище областям. Площі поширення інших видів ягідних рослин ще менші [3]. Внаслідок аварії на ЧАЕС радіоактивного забруднення зазнали ліси України і особливо її північної частини – Полісся. Саме на Поліссі, було зосереджено близько 40 % лісових насаджень країни, в яких ростуть багато видів ягідних рослин. В інших регіонах України ресурси ягідних рослин незначні. Поряд із уже наявними проблемами (зниження продуктивності і площ розповсюдження) з'явилася нова – високий ступінь радіоактивного забруднення рослин. Наявні рівні радіоактивного забруднення угідь не призвели до загибелі ягідників або зниження їхньої продуктивності, але вони спричинили неможливість використання ягідних ресурсів на багато років. Так, на площі 40,8 тис. га була заборонена лісогосподарська діяльність; на 101,5 тис. га введена регламентація використання продукції з деревини; на 1190,5 тис. га – заборонена заготівля дикорослих ягідних і лікарських рослин, їстівних грибів [1-3]. Аналізуючи інтенсивність акумуляції <sup>137</sup>Cs ягідними видами трав'яно-чагарничкового покриву, вчені дійшли загального висновку про те, що серед ягідних видів саме чагарники родини Брусничних (*Vacciniaceae*) характеризуються максимальною інтенсивністю акумуляції радіонукліду [2]. Дослідники навели середні значення коефіцієнта переходу <sup>137</sup>Cs у листя видів даних родин в умовах сосняка чорничного: Чорниця (*Vaccinium myrtillus* L.) (66) > Брусниця (*V. vitis-idaea* L.) (52) > Буяхи (*V. Uliginosum* L.) (39), а в сосняку багновому: Буяхи (*Vaccinium uliginosum* L.) (207) > Чорниця (*V. Myrtillus* L.) (157). З'ясовано [3], що в пагонах чорниці значно вищі величини питомої активності радіонукліду, ніж у ягодах, це пояснюється поступовим нагромадженням <sup>137</sup>Cs у пагонах впродовж кількох років, а також біологічними особливостями рослини.

Список використаної літератури

1. Краснов В. П. Шелест З. М., Давидова І. В. Використання харчових продуктів лісу на територіях, забруднених радіонуклідами: навч. посібник. - Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. 103 с.
2. Краснов В.П. Радіоекологія лісів Полісся України. Житомир: Волинь, 1998. 112 с.
3. Бойко О. Л. Динаміка вмісту <sup>137</sup>Cs в ягідних і лікарських рослинах лісів Полісся України за роками. Науковий вісник НЛТУ України. 2012. Вип. 22.06. С. 16–20.

Гальчин М. В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
Науковий керівник: Шевчук Л.М.,  
д.б.н., проф., професор кафедри наук про Землю,  
Державний університет «Житомирська політехніка»,  
[nz2\\_gmv@student.ztu.edu.ua](mailto:nz2_gmv@student.ztu.edu.ua)

## РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ДУНАЙСЬКОГО БАСЕЙНУ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ТА ПРАКТИЧНІ МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ

Мета роботи - дослідити та проаналізувати сучасні підходи до раціонального використання водних ресурсів Дунайського басейну, визначити ефективні механізми міжнародної співпраці та оцінити практичні інструменти реалізації екологічних програм у контексті сталого розвитку регіону.

Дунай є найбільш міжнародним річковим басейном у світі, що охоплює 19 країн, і, можливо, це один з найскладніших басейнів, в якому необхідно впроваджувати ВРД та інші директиви ЄС[1]. У 1994 році 14 країн басейну підписали Конвенцію про охорону річки Дунай, яка заснувала Міжнародну комісію з охорони річки Дунай (МКОРД). МКОРД забезпечує організаційну структуру для вирішення суперечливих завдань захисту водного середовища та забезпечення безперервного, сталого водокористування в басейні.

Дунайський басейн стикається з низкою екологічних проблем, які загрожують раціональному та стійкому використанню його водних ресурсів.

Ключовими проблемами є забруднення вод біогенними речовинами, що призводить до евтрофікації, гідроморфологічні зміни внаслідок гідротехнічного будівництва, забруднення небезпечними речовинами, а також поширення інвазивних чужорідних видів. Ці виклики ускладнюються впливом змін клімату, який може посилити наявні проблеми.

Для ефективного управління водними ресурсами в рамках МКОРД створено єдину інформаційну систему моніторингу. Вона включає розгалужену мережу автоматизованих станцій спостереження, які постійно відстежують якість води, рівень забруднення та гідрологічний режим. Сучасні технології, такі як супутникове спостереження активно використовуються для прогнозування паводків та інших природних явищ.

Стратегія ЄС для Дунайського регіону (EUSDR) охоплює величезну територію від Шварцвальду до Чорного моря[2]. В рамках цієї стратегії впроваджено комплексну систему економічних стимулів для раціонального водокористування. Основним принципом є "забруднювач платить", який доповнюється гнучкою системою торгівлі квотами на забруднення. Для фінансування екологічних проектів активно використовуються зелені облігації, а підприємства, що впроваджують водозберігаючі технології, отримують суттєві податкові пільги. Завдяки впровадженню гнучкої системи платежів за забруднення вдалося досягти зниження промислових забруднень на 30-40% при збереженні темпів економічного зростання.

Створений міжнародний фонд розвитку басейну відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку регіону. Кошти фонду спрямовуються на модернізацію очисних споруд та впровадження енергоефективних технологій. Особлива увага приділяється відновленню природних екосистем та реалізації програм збереження біорізноманіття.

У всьому світі річки та їхні басейни зазнають значного впливу людської діяльності, що є частиною більш широкої модифікації глобального гідрологічного циклу протягом антропоцену. Для мінімізації негативного впливу впроваджено комплексну систему екологічного моніторингу. Регулярно проводиться аудит якості води та оцінка стану біорізноманіття. Постійний моніторинг відновлення природних екосистем доповнюється суворим контролем за дотриманням екологічних норм.

Європейська Водна Рамкова Директива 2000/60/ЄС (ВРД) формує потужну правову базу для управління водними ресурсами. Для її ефективного реалізації розроблено уніфіковані стандарти якості води та детальні протоколи обміну даними між країнами. Створено ефективні механізми вирішення транскордонних конфліктів, а система раннього попередження про екологічні загрози дозволяє оперативно реагувати на потенційні проблеми.

Закарпатська область демонструє успішний приклад міжнародного співробітництва через унікальну систему моніторингу паводків, створену спільно з Угорщиною. На території регіону функціонує 48 станцій автоматизованого моніторингу, оснащених сучасним обладнанням для контролю якості води. Автоматизовані насосні станції працюють у поєднанні з передовою цифровою системою прогнозування повеней. Кожні 15 хвилин ці станції передають актуальні дані про стан водних об'єктів, забезпечуючи безперервний контроль за гідрологічною ситуацією в регіоні.

Особливої уваги заслуговує масштабна програма модернізації протипаводкової інфраструктури. Було не лише побудовано 34 кілометри нових захисних дамб, але й проведено капітальну реконструкцію 156 кілометрів існуючих споруд. Створення системи з восьми польдерів загальною площею 2500 гектарів дозволило суттєво підвищити рівень захисту населених пунктів від повеней.

Берегівська польдерна система, розташована в західній частині Закарпатської області, є яскравим прикладом ефективного міжнародного співробітництва. Система постійно модернізується: встановлюються енергоефективні насосні станції, впроваджується автоматизована система управління водним режимом. Паралельно ведеться екологічний моніторинг прилеглих територій та реалізується масштабна програма відновлення природних заплав.

Фінансування системи здійснюється з різних джерел. Окрім коштів державного бюджету України, залучаються міжнародні гранти та ресурси екологічних фондів. Значну роль відіграють також інвестиції приватного сектору, що забезпечує стабільність функціонування системи.

Для забезпечення довгострокової стійкості розроблено комплексний план модернізації обладнання, який супроводжується постійним навчанням персоналу. Створено надійну систему резервного енергозабезпечення, а механізми швидкого реагування на надзвичайні ситуації постійно вдосконалюються.

Особлива увага приділяється управлінню водними ресурсами на рівні приток Дунаю. Для кожної великої притоки розробляються окремі угоди про співробітництво, які детально регламентують механізми розподілу водних ресурсів та організацію спільного моніторингу. Ці угоди також включають плани реагування на надзвичайні ситуації та проекти відновлення екосистем.

Система управління повенями базується на комплексному підході, який охоплює як технічні рішення з захисту територій, так і соціальні аспекти, включаючи плани евакуації населення та механізми компенсації збитків. Значна увага приділяється програмам відновлення після повеней, які враховують як економічні, так і екологічні аспекти.

Сучасні інноваційні технології відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку регіону. Створюються цифрові двійники річкових систем, впроваджуються IoT-рішення для моніторингу. Особливо вражаючими є результати впровадження AI-алгоритмів, які забезпечують прогнозування паводків з випередженням до 72 годин. Точність таких прогнозів досягає 85-90%, що дозволяє суттєво підвищити ефективність протипаводкових заходів.

Згідно з прогнозами, до 2050 року середня температура в басейні Дунаю може зрости на 2-4°C, що призведе до збільшення частоти екстремальних погодних явищ на 30-50%. Це вимагає розробки нових підходів до управління водними ресурсами, зокрема створення додаткових резервуарів для накопичення води та модернізації систем прогнозування паводків.

На останок хочеться зазначити, що аналіз раціонального використання водних ресурсів Дунайського басейну демонструє успішний приклад міжнародної співпраці у вирішенні складних екологічних та економічних завдань. Важливими елементами успіху є комплексний моніторинг, розвинута правова база та інноваційні технології. Показовим прикладом є співпраця Закарпатської області та Угорщини у сфері управління паводками. Цей досвід демонструє, як збалансований підхід до управління водними ресурсами, що враховує екологічні, економічні та соціальні аспекти, може забезпечити сталий розвиток регіону.

Ключовим фактором успіху є збалансований підхід, який поєднує екологічні, економічні та соціальні аспекти управління водними ресурсами. Створення міжнародного фонду розвитку басейну, впровадження економічних стимулів та активне залучення приватного сектору забезпечують стабільне фінансування природоохоронних заходів. При цьому постійна модернізація технічної бази та впровадження інноваційних рішень дозволяють підвищувати ефективність управління водними ресурсами та своєчасно реагувати на нові виклики.

Досвід управління Дунайським басейном може слугувати моделлю для інших транскордонних річкових систем, демонструючи важливість комплексного підходу та міжнародної співпраці у забезпеченні сталого використання водних ресурсів.

#### Література

1. Водна рамкова директива. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0\\_%D1%80%D0%B0%D0%BC\\_%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0\\_%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D0%BC_%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B0) (Дата звернення 09.11.2024р.)
2. Стратегія сталого розвитку. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/JH6YF00A> (Дата звернення 09.11.2024р.)

*Цюман Є.С.,  
к.е.н, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища  
Глухонець А.О.,  
к.т.н., доц., доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища  
Національний транспортний університет  
hanta@i.ua  
tsevs@ukr.net*

## **АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА ЯК ОСНОВА ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ ТА ІНСТРУМЕНТ ДОСЯГНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ**

Сучасна економіка повинна розвиватися відповідно до принципів циркулярної економіки, зокрема через впровадження інноваційних технологій виробництва енергії, таких як використання генераторного газу, виробленого з відновлюваних джерел. Генераторний газ, отриманий шляхом термічної обробки біомаси або органічних відходів, має значний потенціал для забезпечення енергетичної незалежності та екологічної стійкості. Це паливо може стати ключовим елементом у переході від викопних джерел енергії до відновлюваних, що є критично важливим в умовах сучасних викликів, пов'язаних із виснаженням традиційних ресурсів, таких як нафта, та необхідністю скорочення впливу на клімат.

Виробництво генераторного газу відповідає принципам циркулярної економіки, адже використовує відновлювані ресурси, такі як деревина, сільськогосподарські відходи, лушпиння, тирса або інші органічні матеріали, наприклад, стабілізовані мулові осади. Це дозволяє замкнути цикл використання ресурсів, зменшуючи залежність від первинних матеріалів і скорочуючи обсяги відходів. Окрім того, генераторний газ сприяє зниженню викидів парникових газів, що є важливою складовою у боротьбі з глобальним потеплінням. В даному випадку декарбонізація відбувається завдяки піролізу, розкладання органічних речовин при термічному нагріванні без доступу кисню. Таким чином, заміна традиційних видів палива на генераторний газ дає можливість зменшити викиди двоокису вуглецю, що є однією з основних цілей Паризької кліматичної угоди, підписантом якої є Україна, також.

Склад генераторного газу, який включає водень, метан та монооксид вуглецю, забезпечує його високу енергетичну ефективність. Завдяки цьому, генераторний газ може бути використаний для роботи двигунів внутрішнього згорання з мінімальними технічними змінами, що полегшує його інтеграцію у наявну енергетичну інфраструктуру. Це сприяє зменшенню капіталовкладень у модернізацію, що робить перехід до відновлюваних джерел енергії більш доступним та економічно виправданим.

Використання генераторного газу як палива для автомобілів зменшує залежність від традиційних викопних палив, таких як нафта та газ, і сприяє переходу до більш екологічних джерел енергії. Це також знижує викиди шкідливих речовин в атмосферу, покращуючи якість повітря та зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

З наукової точки зору, виробництво та використання генераторного газу в енергетичних системах відкриває широкі можливості для міждисциплінарних досліджень у галузях хімічної інженерії, термодинаміки та екологічних наук. Розвиток більш ефективних технологій термічної переробки біомаси, вдосконалення систем перетворення та зберігання енергії може істотно вплинути на енергетичний ландшафт майбутнього, де відходи перетворюються на цінний ресурс.

Застосування технологій для виробництва генераторного газу в рамках циркулярної економіки також сприяє розвитку місцевих економік. Інвестування в такі проекти створює нові робочі місця, підвищує енергетичну незалежність та забезпечує стійке використання природних ресурсів. Споживання генераторного газу як альтернативи традиційним викопним паливам, таким як нафта та газ, зменшує залежність від імпорتنих енергоносіїв і сприяє переходу до більш екологічних джерел енергії.

Отже виробництво генераторного газу є ключовим елементом циркулярної економіки, оскільки дозволяє перетворювати відходи на корисні ресурси. Використовуючи органічні відходи, такі як залишки сільського господарства, відходи харчової промисловості та побутові відходи, можна отримати генераторний газ, який може бути застосований для виробництва електричної та теплової енергії. Це не лише зменшує обсяги відходів, але й знижує викиди парникових газів, оскільки утилізація відходів в атмосфері є значним джерелом забруднення.

Таким чином, використання генераторного газу як енергетичного джерела, виробленого з відновлюваних матеріалів, є важливою складовою стратегії сталого розвитку. Це дозволяє інтегрувати принципи циркулярної економіки у виробництво енергії, забезпечуючи одночасно енергетичну безпеку, економічну вигоду та екологічну відповідальність.

Усик В.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Яциук Л.Б.,  
к.х.н., доц., доцент кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
[valeriausyk@gmail.com](mailto:valeriausyk@gmail.com)

### ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Автозаправні станції (АЗС) є невід'ємним елементом сучасної транспортної інфраструктури, що підтримує роботу автомобільного транспорту. Однак, їхнє поширення створює екологічні виклики, пов'язані з негативним впливом на атмосферу, ґрунти й водні ресурси. Станом на початок 2020 року в Україні налічувалося понад 15 тисяч автозаправних станцій різного виду технічних модифікацій і послуг, що надаються. Стрімкий розвиток цього явища відбувався в 2009-2017 роках, саме в цей період українські водії отримали привілеї мереж, підвищення сервісу і зміщення переваг на користь додаткових послуг. І зараз, якщо в порівнянні з іншими країнами-ринками в Україні недостатня кількість авто, то заправок цілком вистачає (таблиця 1).

Таблиця 1. Кількість автомобілів та АЗС в різних країнах станом на 2020 рік

Країна	Кількість автомобілів на 1 тис. населення	Кількість автомобілів, що припадає на 1 АЗС	Кількість АЗС на 10 тис. населення
США	838	1810	5
Фінляндія	752	2270	3
Італія	625	1830	3
Польща	593	2880	2
Естонія	550	1410	4
Румунія	458	4240	1
Україна	290	740	4

Зростання кількості АЗС, як джерел забруднення веде за собою зростання негативного впливу на довкілля процесів, які супроводжують заливання, зберігання палива і його роздачу з резервуарів та концентрування автомобілів на окремій території і вплив на довкілля від пересувних джерел забруднення. Огляд літератури вказує на негативний вплив автозаправних станцій на довкілля за рахунок викидів летких органічних сполук (ЛОС); протікання нафтопродуктів з резервуарів та ємностей, зростання шумового забруднення території. Аналізуючи практичний досвід різних країн, можна зауважити, що застосовують альтернативні технології, такі як енергозберігаючі системи, використання сонячної енергії та біопалива для зменшення шкідливих викидів. Як об'єкт екологічного впливу, АЗС проходить декілька етапів роботи: від прийому й зберігання пального – до заправки автомобілів і надання додаткових послуг. Основними джерелами забруднення є випаровування бензину, викиди вихлопних газів, можливі витіки пального в ґрунт і підземні води, а також шумове навантаження. АЗС впливають на атмосферу через викиди CO<sub>2</sub>, оксидів азоту та бензолних сполук, які утворюються під час заправки та згорання пального. Забруднення ґрунтів і вод відбувається через можливі витіки під час аварій, що може призвести до накопичення токсичних речовин у ґрунтах та підземних водах. Крім того, робота насосів і потік транспорту спричиняють шумове навантаження, яке може негативно вплинути на місцеве населення, флору і фауну, особливо в природних зонах.

Екологічний моніторинг на АЗС включає методи контролю за викидами газів, а також аналіз ґрунту й вод для визначення наявності нафтопродуктів та інших шкідливих речовин.

Сучасні системи фільтрації та очищення дозволяють значно зменшити рівень забруднення, очищаючи стічні води та зменшуючи обсяги викидів. Важливо також вивчати наслідки забруднення для здоров'я людей, які можуть виникнути через забруднення повітря та контакт з бензолними сполуками, що є канцерогенами. Для фауни та флори поблизу АЗС можуть виникати ризики через токсичні речовини, які проникають у ґрунти і воду, порушуючи природний баланс екосистем.

З метою зменшення екологічного впливу АЗС, світова практика пропонує впровадження сучасних технологій очищення викидів, таких як парові рекуператори та каталізатори, що уловлюють шкідливі гази ще до їхнього потрапляння в атмосферу. Енергоефективні рішення, наприклад використання сонячних панелей, а також заходи з утилізації та переробки відходів допомагають зменшити навантаження на довкілля. Важливим є також створення систем збору аварійних викидів пального та застосування екологічно безпечних матеріалів при будівництві й модернізації АЗС.

*Глуховецький Я.В.,  
аспірант спеціальності 183  
«Технології захисту  
навколишнього середовища»*

*Мушинський В.О.,  
аспірант спеціальності 183  
«Технології захисту  
навколишнього середовища»*

*Науковий керівник: Петрушка І.М.,  
д.т.н., проф., зав. кафедри екологічної  
безпеки та природоохоронної діяльності,  
Національний університет  
«Львівська політехніка»  
ihor.m.petrushka@lpnu.ua*

### **ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ БУДІВЕЛЬНОЮ ПРОМИСЛОВІСТЮ ТА ШЛЯХИ ЇХ ЛОКАЛІЗАЦІЇ**

Екологічні ризики забруднення атмосфери будівельною промисловістю пов'язані з різними аспектами виробництва, зокрема транспортуванням і використанням будівельних матеріалів. На всіх етапах будівництва, включаючи демонтаж, транспортування та обробку матеріалів, утворюються великі обсяги пилу. Ці частинки можуть містити шкідливі для здоров'я компоненти, такі як важкі метали або азбест.

Необхідно враховувати, що будівельна промисловість є великим споживачем енергії та викидає значні обсяги парникових газів, таких як CO<sub>2</sub> та метан. Це особливо стосується виробництва цементу, сталі та інших матеріалів.

Надзвичайну токсичну дію на довкілля спричиняють використання розчинників, фарб, герметиків і інших хімічних продуктів на будівельних майданчиках, що сприяє викидам летких органічних сполук, які є основними забруднювачами атмосфери та можуть спричинити утворення смогу.

Проте увага науковців в меншій мірі розглядає вплив будівельної промисловості на шумове та світлове забруднення. Хоча це не прямий вплив на атмосферу, шумове та світлове забруднення, спричинене будівництвом, також має негативні екологічні наслідки, впливаючи на дикі види тварин та місцеві екосистеми.

Достатньо важливою проблемою є також і техніка та обладнання, що використовуються на будівельних майданчиках, які в основному працюють на дизельному паливі, що призводить до викидів азоту, сірки та твердих частинок.

Для мінімізації цих ризиків необхідно застосовувати екологічно чисті технології, такі як енергоефективні матеріали, системи фільтрації пилу, відновлювані джерела енергії та рециркуляція відходів.

Проте ці завдання для технологій захисту навколишнього середовища були основними в мирний час. На зараз у період масштабних руйнувань промислових та житлових будівель внаслідок війни додається ще одна проблема, яка повинна забезпечити сталий розвиток в Україні, це повторне використання будівельних відходів з метою збереження природних ресурсів.

Війна в Україні спричинила масові руйнування будівель та інфраструктури, що призвело до величезних обсягів будівельних відходів. Рациональне використання цих відходів може не лише зменшити екологічний тягар, але й сприяти відбудові країни. Тому основним завданням сьогодення, окрім вище наведених є переробка будівельних відходів для подальшого використання. Один із найбільш поширених матеріалів на руїнах це бетонні відходи та цегла, яку можна переробити на щебінь, який використовується як підстильний матеріал для нових доріг, або будівель. Подрібнені матеріали з руйнованих будівель можуть замінити традиційні природні ресурси, зменшуючи потребу в кар'єрному видобутку. Сортуючи будівельні відходи потрібно враховувати наявність в них металевих включень, наприклад арматура, сталеві конструкції та інші металеві елементи будівель можна відділити, переплавити та повторно використовувати у виробництві нових будівельних елементів або інфраструктури.

Про повторне використання скляних виробів останнім часом мало хто згадує, проте розбиті вікна, фасадні системи тощо можуть бути перероблені на нові скляні вироби, або використані в суміші для будівельних матеріалів, таких як бетон.

Всі вище наведені способи дозволяють повторно використовувати при додаткових факторах сортування, або перероблення. Проте необхідно зауважити і такий фактор, як відновлення будівельних матеріалів.

Один з них це демонтаж будівельних матеріалів з подальшим використанням. Замість повного руйнування будівель можна виконувати контрольований демонтаж, що дозволяє зберегти частково вцілілі будівельні матеріали (цеглу, плитку, деревину). Відновлені матеріали можуть бути використані при реконструкції або будівництві нових об'єктів. Проте під час демонтажу будівель та подрібнення матеріалів, таких як бетон, цегла та штукатурка, утворюється велика кількість пилу. Цей пил може містити шкідливі частинки, які потрапляють у повітря і викликають проблеми з дихальними шляхами. Дрібнодисперсні частинки (PM2.5) особливо небезпечні, оскільки можуть проникати глибоко в легені та кровоносну систему, спричиняючи серцево-судинні та респіраторні захворювання.

Наступний перспективний метод це адаптивне повторне використання. Уцілілі будівлі можуть бути пристосовані під нові функції, що дозволяє скоротити потребу в новому будівництві та використанні природних ресурсів.

Зрозуміло, що внаслідок переробки будівельних відходів будуть залишатися фракції у вигляді будівельного сміття, яке можна використовувати для створення підстилок для доріг або заповнення ям. Це ефективний спосіб утилізації матеріалів, особливо в умовах, коли необхідно швидко відбудовувати дорожню інфраструктуру. Окрім цього зруйновані дороги також можуть бути перероблені для створення нового дорожнього покриття. Це дозволяє зменшити витрати на нові матеріали та прискорити відбудову транспортної мережі.

Важливим етапом при сортуванні відходів з зруйнованих будівель є процеси використання деревних залишків.

Дрібні відходи деревини, такі як тирса або тріски, можуть бути спресовані в паливні пелети чи брикети. Це екологічно чисте паливо, яке використовується для опалення житлових або виробничих приміщень. Подрібнені деревні відходи, особливо дрібні гілки та тріски, можуть бути використані для виробництва компосту. Це допомагає поліпшити структуру ґрунту, зберігаючи вологу а також запобігає процесам ерозії ґрунту і є корисним для сільського господарства, або ландшафтних робіт.

Екотехнології спалювання деревини та інших органічних будівельних матеріалів можуть бути використані для виробництва енергії. Це менш бажаний варіант через викиди CO<sub>2</sub>, але може стати тимчасовим рішенням у періоди гострої енергетичної кризи.

Екотехнології спрямовані на підвищення ефективності процесу горіння, зменшення викидів парникових газів, забруднюючих речовин і покращення енергоефективності. До основних екотехнологій спалювання деревних відходів відносяться такі процеси як: піроліз (процес термічного розкладу деревини при високих температурах (400-900°C) у безкисневому або малоокисневому середовищі). При цьому утворюються гази (синтез-газ), рідких продуктів (смоли, олії) та вугілля, які можна використовувати для виробництва тепла та електроенергії.

Використання будівельних відходів зменшує потребу у видобуванні нових природних ресурсів, знижує витрати на будівництво, скорочує обсяги сміттєзвалищ і негативний вплив на довкілля. Крім того, це сприяє створенню нових робочих місць в сфері переробки та логістики.

Для ефективної переробки будівельних відходів можуть використовуватися новітні технології, наприклад, мобільні дробарки та сортувальні станції, які можна розташовувати безпосередньо на місці руйнувань. Це зменшить витрати на транспортування та дозволить швидше обробляти великі обсяги відходів.

Проте необхідно усвідомлювати, що переробка великих обсягів будівельних відходів потребує організації складної логістики, а також координації між державними структурами, приватними компаніями та міжнародними організаціями.

Утилізація будівельних відходів без належних екологічних заходів може мати значний вплив на атмосферу, спричиняючи забруднення пилом, токсичними газами та іншими шкідливими речовинами. Однак, за умови використання сучасних технологій та належного контролю, можна мінімізувати негативний вплив на довкілля.

Таким чином раціональне використання будівельних відходів, що утворюються внаслідок війни в Україні, є важливою складовою екологічно стійкої відбудови країни.

Це дозволяє зменшити кількість сміття, яке потрапляє на звалища, та зменшити екологічний техногенний вплив на довкілля, а також сприяє зменшенню енерговитрат на виробництво нових матеріалів, що допомагає скоротити викиди вуглекислого газу, заощадити ресурси і створити основу для відновлення інфраструктури на більш стійких засадах. Раціональне використання відходів може бути дешевшим, ніж купівля нових матеріалів, що знижує вартість будівництва та демонтажу.



*Житинський Д. Г.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Жицька Л. І.,  
к.б.н., доц., доцент кафедри екології,  
Черкаський Державний технологічний університет  
[zhytska\\_lyudmila@ukr.net](mailto:zhytska_lyudmila@ukr.net)*

## ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТІВ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ПОЛТАВЩИНИ

Проведені аналітичні дослідження публікацій, що висвітлюють результати наукових та моніторингових досліджень агроґрунтів фахівцями Полтавської області засвідчили відносно стабільність агрофізичних показників у їх функціонуванні. Разом з цим, занепокоєння викликають питання засолення та нітрифікації сільськогосподарських земель, які знаходяться у використанні. Це сприяє підвищенню ризиків їх дезертифікації, погіршенню біологічної продуктивності, особливо в умовах аридності, тому пріоритетними залишаються питання їх охорони та збереження родючості.

Метою роботи було: вивчити та оцінити агрохімічні показники щодо вмісту гумусу, азоту, калію та показники засоленості ґрунтів сільськогосподарського призначення Полтавщини за умов сталого землекористування.

Предмет дослідження: умови функціонування агроґрунтів ТОВ «Райз-Схід» за інтенсивного їх використання.

Завдання роботи: проаналізувати геоморфологічні та кліматичні умови формування типів ґрунтів, на прикладі ТОВ «Райз-Схід» Лубенського району, охарактеризувати якісні та кількісні показники ґрунтів, умови їх обробітку та сівозміни, антропогенне навантаження на ґрунти, ступінь їх деградації й обґрунтувати необхідність сталого землекористування, важливість цього для збереження земельних ресурсів та, спираючись на основні еколого-соціальні закони й принципи, розробити заходи щодо підтримки їх родючості і умов відновлення.

Дослідження виявили, що незбалансованість антропогенного навантаження на природні ресурси у Полтавській області має катастрофічні наслідки як для системи природокористування, так і усєї соціальної сфери. І основним дестабілізатором екологічної ситуації є сільськогосподарська освоєність земель, яка складає 81,5 % та розораність територій – 66,7 %. Дотого ж, більшу частину території області (майже 65%) займають чорноземи, що є найродючішим різновидом ґрунтів, тому великі площі виділено під сільськогосподарські угіддя. Це ставить перед аграріями питання попередження процесів їх деградації.

Аналізуючи схему ерозійного районування України, нами виявлено, що Полтавський регіон знаходиться в областях з переважаючим поширенням водної ерозії та в окрузі з переважаючим впливом дощового стоку. Особливо це стосується Миргородського і Полтавського районів, менше Лубенського, до якого і належать досліджувані території, але це не знижує ризики.

Ключовими показниками при визначенні родючості ґрунту є поживні речовини та кислотність ґрунту. До поживних речовин відносять основні біогенні елементи (азот, фосфор, калій) та гумус.

За останніми даними Полтавської філії ДУ «Держґрунтохорона»: площа ґрунтів області за дуже низьким вмістом азоту, що легко гідролізується становить 11,8%, за низьким 69,1%, за середнім 14,3%, за підвищеним – 4,8% [1].

Відібрані зразки ґрунту у ТОВ «Райз-Схід» показали, що вміст рухомих форм фосфору та калію й вміст гумусу знаходиться у гранично допустимих межах, за рахунок проведення мульчування та внесення гною жуйних тварин. Значення рН – ґрунту має слабко-кислу або близьку до нейтральної реакцію, за вмістом азоту, що легко гідролізується вони є придатними для використання.

Запаси та кредити азоту, які можуть бути а в ґрунтах, залежать від двох чинників: технології обробітку, кількості та типу добрив, які були використані на полі, а також наявності у сівозміні бобових. Оскільки у сівозміні часто присутні монокультури – застосування добрив може спричинити хлоридне або сульфатне засолення ґрунтів. Використання у господарстві системи зрошування, призводить також до вторинного засолення, із-за несприятливого хімічного складу зрошувальної води, що дозволяє натрію і калію потрапляти в ґрунтовий вбирний комплекс. Як наслідок, показник засолення досягає 0,03%, що створює несприятливі умови для ґрунту, спричиняє зниження вмісту доступної рослинам вологи, погіршення повітрообміну, ускладнює його обробіток.

Відтворення родючості ґрунту шляхом застосування правильних сівозмін та висіву сидератів – найдешевший і найбільш дієвий спосіб. Покривні культури роблять ендofіти доступними для наступної культури та підвищують родючість ґрунту.

Зозуля Є.Л.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Кравчук-Ободзінська Т.В.,  
асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»

## ОЦІНКА ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

Органічне виробництво є перспективним, ресурсозберігаючим і екологічно безпечним методом отримання сільськогосподарської продукції. Основною метою цього виробництва є забезпечення споживачів гарантіями якості продукції. Активне впровадження органічного виробництва в Україні може сприяти вирішенню важливих завдань, таких як збереження здоров'я людей і природних ресурсів.

Більшість сільськогосподарських угідь України підходять для виробництва органічної продукції. Проте, у Законі України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року" зазначається, що стан земельних ресурсів країни наближається до критичного, і близько 20% земель вважаються забрудненими за різними критеріями. Причини цієї ситуації є комплексними та мають історичні корені: надмірна розораність територій, порушення природних процесів ґрунтоутворення, використання застарілих технологій у сільському господарстві, промисловості, енергетиці, транспорті та інших секторах, а також орієнтація на досягнення короткострокових і середньострокових економічних вигод без урахування екологічних аспектів.

Розвиток органічного виробництва в Україні стикається з кількома проблемами, зокрема: низьким рівнем обізнаності населення та сільгоспвиробників про органічне виробництво, недосконалістю законодавчої бази в сфері сертифікації, невідповідністю технологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва, відсутністю переробної промисловості для цієї продукції, недостатньою державною підтримкою виробників органічної продукції, а також сучасною земельною реформою.

Забруднення ґрунтів внаслідок антропогенної діяльності, такої як промисловість, енергетика, комунальне господарство та сільське господарство, завдає значної шкоди земельним ресурсам. Ризик забруднення ґрунтів оцінюється за вмістом важких металів, радіонуклідів та залишків пестицидів. Найбільш поширеними важкими металами, що забруднюють ґрунт, є мідь, цинк, молібден, кобальт, кадмій та свинець. Проблема збереження родючості ґрунтів та раціонального використання ґрунтового покриву України залишається надзвичайно важливою через високу розораність земель, прояви водної та вітрової ерозії на різних територіях, а також недотримання на більшій частині площ ріллі принципу «повернення» в землеробстві. Одним із тривалих і постійних факторів, що призводять до зниження родючості ґрунтів у різних системах землеробства, є зменшення запасів та погіршення якості органічної речовини, переважно гумусу. У процесі сільськогосподарського використання, за недостатньої кількості рослинних решток, значно змінюється інтенсивність і спрямованість процесів гуміфікації.

Можна зробити висновок, що для оцінки сільськогосподарських територій на регіональному рівні з метою визначення їх відповідності вимогам органічного виробництва доцільно застосовувати науковий підхід. Цей підхід ґрунтується на використанні офіційних даних про рівень родючості, забрудненість ґрунтів та наявність екологічно небезпечних об'єктів, з подальшою обробкою інформації за допомогою експертних, інтегральних та комплексних методів оцінки. Така методологія дозволяє виявити в межах адміністративного регіону території, які підходять для вирощування безпечної та якісної органічної продукції.

### Список використаних джерел

1. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Можарівська І.А. Вміст важких металів у зерні кукурудзи при умові вирощування на Поліссі України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 136. С. 316-321.
2. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі кукурудзи. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 137. С. 544-548.
3. Захарова, І. Ю., Кравченко, Т. І. (2020). Вплив екологічних факторів на потенціал виробництва органічної продукції в регіонах України. *Екологія і природокористування*, 10(1), 82-88.
4. Лазаренко, Н. М., Соловйова, О. А. (2021). Оцінка родючості та екологічної безпеки ґрунтів як основа органічного сільського господарства. *Науковий журнал з екології та агрономії*, 13(3), 69-76.

*Яковлев І.О.,*

*здобувач вищої освіти освітнього ступеня «доктора філософії»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»*

*yigor858@gmail.com*

*Покієвницька Т.В.,*

*здобувач вищої освіти освітнього ступеня «доктора філософії»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»*

*Науковий керівник: Барабаш О.В.,*

*д.т.н., проф., професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища*

*Національний транспортний університет*

*officenttn@gmail.com*

## **СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ВОДНІ РЕСУРСИ ТА ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЇХ ОЧИЩЕННЯ**

В умовах глобалізації та інтенсивного використання природних ресурсів проблема антропогенного забруднення водних об'єктів набуває все більшого значення. Забруднення водних ресурсів, які є невід'ємною складовою добробуту населення та економіки, викликає значне занепокоєння через згубний вплив промислової діяльності, сільськогосподарської практики та побутових відходів. Це зумовлює необхідність впровадження системної методології дослідження наслідків забруднення та інтеграції найсучасніших технологій очищення.

Забруднення водних об'єктів антропогенними факторами є результатом дії багатьох джерел, включаючи скидання стічних вод, використання агрохімікатів, наявність важких металів та інших небезпечних сполук. Характер розповсюдження забруднення вказує на те, що водойми, розташовані в безпосередній близькості до промислових зон та сільськогосподарських угідь, є особливо вразливими до забруднення. Забруднення водних джерел може призвести до значного погіршення стану довкілля, включаючи погіршення стану водних екосистем, зменшення біорізноманіття та загрози для здоров'я населення.

Забруднення впливає не лише на якість води, але й на її доступність, що є подальшим наслідком цього явища. Погіршення якості води може призвести до дефіциту чистої води, яка необхідна для сільськогосподарських, промислових та побутових потреб.

Озонування є одним з перспективних методів очищення води, що пропонує ефективний засіб для видалення різноманітних забруднювачів. Озон, потужний окислювач, здатний вступати в реакцію з цілим рядом сполук, включаючи органічні речовини, важкі метали, бактерії та віруси. Ця реакція призводить до перетворення цих сполук на менш токсичні або безпечніші речовини. Цей метод має низку переваг, серед яких відсутність токсичних залишків, висока ефективність і можливість обробки різних типів води. Дослідження показали, що озонування може бути ефективною альтернативою традиційним методам очищення, коли не вдається досягти бажаного рівня якості води. Крім того, технології озонування можуть бути інтегровані в існуючі системи водопостачання та знезараження стічних вод, що значно зменшить витрати на модернізацію обладнання і закупівлю хімічних реагентів.

Метою цього аналізу є визначення основних джерел забруднення, їх впливу на водні ресурси та оцінка ефективності інноваційних технологій очищення.

Система, що аналізується, включає водні ресурси, джерела забруднення та технології водоочищення.

Антропогенне забруднення призводить до погіршення якості води, що негативно впливає на екосистеми, здоров'я населення та економіку. Забруднена вода може спричиняти хвороби, зменшувати біорізноманіття та погіршувати стан навколишнього природного середовища.

Промисловість і сільське господарство взаємодіють у багатьох аспектах, зокрема постачання добрив, пестицидів і енергетичних ресурсів з промислових підприємств для сільського господарства. Сільськогосподарські відходи можна використовувати в промисловості для виробництва біопалива. Ці зв'язки впливають на якісний стан водних ресурсів, оскільки сільськогосподарські хімікати та стічні води є основними джерелами забруднення води. Інноваційні підходи до очищення, такі як озонування, можуть помітно зменшити кількість забруднень, але їх ефективність залежить від природи забруднювача та умов експлуатації.

Системний аналіз антропогенного забруднення на водні ресурси в поєднанні з впровадженням передових методів очищення, таких як озонування, є необхідною умовою для розвитку практики сталого управління водними ресурсами. Подальші дослідження в цій галузі необхідні для розробки нових стратегій управління водними ресурсами, які б інтегрували екологічні, соціальні та економічні міркування.

Іваницька С.Л.,  
здобувачка вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Кравчук-Ободзінська Т.В.,  
асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»

## ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА НАКОПИЧЕННЯ НІТРАТІВ ТА ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТОМАТАМИ В УМОВАХ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ

У сучасних умовах розвитку сільськогосподарського виробництва особливо актуальним є питання збалансованого агроекологічного підходу до вирощування сільськогосподарських культур. У багатьох наукових джерелах можна знайти суперечливу інформацію щодо впливу різних систем удобрення на кількісні та якісні показники томатів. Більшість досліджень зосереджена на вивченні біології цієї культури. Однак, через значне використання у традиційних технологіях вирощування великої кількості мінеральних добрив та хімічних засобів захисту, екологічні аспекти вирощування часто залишаються поза увагою. Найбільш проблемним і найменш дослідженим аспектом екологічного виробництва є питання технологій вирощування овочів, зокрема томатів, в умовах закритого та відкритого ґрунту. Актуальність забезпечення населення якісною екологічно безпечною овочевою продукцією в достатній кількості не викликає жодних сумнівів.

Для вирощування екологічно безпечної продукції важливо знати основні біологічні особливості культури, такі як вимоги до тепла, світла, вологості, ґрунтових умов та елементів живлення. На підвищення врожайності і якості томатів значний вплив мають клімат, агрохімічні та агрофізичні властивості ґрунтів, агротехнічні прийоми, сорт та інші фактори. Проте, як зазначають науковці у своїх публікаціях, найбільший вплив на ці показники мають системи удобрення, що використовуються при вирощуванні томатів. Занадто високий вміст нітратів у овочевих продуктах, зокрема в помідорах, зазвичай пов'язаний з порушенням балансу між їх надходженням і можливостями рослин використовувати поглинутий азот для синтезу власних білкових сполук. Концентрація нітратів у рослинах залежить, з одного боку, від рівня азотного живлення, а з іншого – від зовнішніх умов, таких як освітленість, забезпеченість іншими елементами живлення (крім азоту), методи внесення добрив, терміни збору врожаю та переробки продукції. Відомо, що зростання обсягу внесених добрив негативно впливає на якість продукції. Тому основною метою екологічного та раціонального ведення сільського господарства є забезпечення рослин необхідними елементами живлення при зменшенні обсягу добрив.

Результати багатьох досліджень свідчать про те, що використання азотних добрив без урахування потреб рослин в азоті та при незбалансованому співвідношенні з іншими елементами живлення призводить до збільшення вмісту нітратів у врожаї. Вплив рівнів азотного живлення на вміст нітратів у рослинах часто змінюється під впливом інших факторів. Внаслідок цього, за однакових агрономічних умов, використання азоту призводить до різного вмісту нітратів у рослинах у різні роки. За певних ґрунтово-кліматичних умов і агрономічних операцій застосування помірних і високих доз азотних добрив не призводило до надмірного накопичення нітратів.

Отже, особливість проблеми екологічно-гігієнічних наслідків накопичення нітратів полягає в тому, що їх надмірна кількість порушує функціонування природних систем і живих організмів. Підвищений рівень нітратного азоту в різних природних компонентах знижує біологічну цінність харчових продуктів та кормів, що, в свою чергу, негативно впливає на людей і тварин. Нітрати, які утворюються і накопичуються в ґрунті та воді, стають екологічним фактором, що визначає не лише режим живлення рослин, обмін речовин і продуктивність, але й якість врожаю, води та повітря. Рівень вмісту нітратів у рослинах можна регулювати за допомогою різних агрономічних, селекційних та інших заходів, які сприяють більш ефективному залученню нітратного азоту в процеси виробництва рослин. Однак ефективність окремих методів у конкретних умовах вирощування культур може бути різною

### Список використаної літератури

1. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Можарівська І.А. Вміст важких металів у зерні кукурудзи при умові вирощування на Поліссі України. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 136. С. 316-321.
2. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі кукурудзи. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 137. С. 544-548.
3. Коваленко, П. Ю., Василенко, Л. І. (2021). Оцінка токсичності ґрунту, забрудненого важкими металами та нітратами, для сільськогосподарських культур. *Науковий журнал аграрних досліджень*, 7(1), 56-61.

Шабатин В.О.,  
Здобувач освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
Науковий керівник: Герасимчук О.Л.,  
к.п.н., доцент кафедри Наук про Землю  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
nz4\_shvo@student.ztu.edu.ua

### ВПЛИВ КИСЛОТНО-ЛУЖНОГО БАЛАНСУ ҐРУНТІВ НА ЕКОСИСТЕМИ: АНАЛІЗ рН ВИТЯЖОК ЯК ІНДИКАТОРА ЗДОРОВ'Я ҐРУНТУ

Фізико-хімічні властивості ґрунту відіграють важливу роль для родючості ґрунтів. Визначення рН ґрунтових витяжок це метод в аналітичній хімії, дозволяє оцінити стан ґрунтів через рівень їх кислотності, доступність поживних елементів і загальну активність мікроорганізмів. Дослідження проводиться з метою виявлення проблем родючості ґрунтів. Рівень рН ґрунту має значний вплив на ріст рослин і їх здатність засвоювати елементи живлення. Існує багато факторів, які визначають рівень рН, такі як тип ґрунту, кліматичні умови, кількість опадів, а також мінеральний склад ґрунту. Застосування мінеральних добрив та пестицидів також може суттєво вплинути на хімічний баланс ґрунту, змінюючи його рН і, відповідно, доступність макро- та мікроелементів для рослин.

Визначення рН ґрунтових витяжок проводиться шляхом аналізу водної витяжки за допомогою пристроїв таких як рН - метри. Ми використовували портативний рН-метр EZ-500, який має точність до 0,01. Перед вимірювання було проведено попереднє калібрування пристрою, шляхом занурювання датчика в буферний розчин із рН = 7. Проводили вимірювання рН водної витяжки різних типів ґрунтів, зокрема: чорнозем, пісок та дерново-підзолистий ґрунт (табл. 1). Визначення рН дозволяє оцінити кислотність ґрунту, що має важливе значення для доступності поживних елементів і активність мікроорганізмів.

Таблиця 1.

Результати вимірювання рН водної витяжки різних типів ґрунтів.

Тип ґрунту	рН	Характеристика ґрунту	Властивості ґрунту
Чорнозем	6,77	Нейтральне середовище	Сприятливий для більшості культур, забезпечує доступність поживних речовин і активність мікроорганізмів.
Дерно-підзолистий	4,98	Кисле середовище	Потребує корекції кислотності для покращення родючості, можливе вапнування для нейтралізації кислотності.
Пісок	5,93	Слабокисле середовище	Потребують постійного догляду через здатність втрачати поживні речовини, підживлення.

Аналіз отриманих даних вказує на те, що найбільш родючі ґрунти – чорноземи, характеризується значенням рН близьким до нейтрального. Дерново-підзолисті ґрунти мають показники рН = 4,98 отже цей ґрунт є кислим. Проаналізований пісок має значення рН рівне 5,93, що відповідає слабокислому середовищу. Показник кислотності ґрунту, разом із вмістом органічної речовини, має суттєвий вплив на фізико-хімічні властивості ґрунту, зокрема на його здатність до акумуляції та вміст макро- і мікроелементів, їх доступність для рослин і міграційні особливості. Ґрунти, які багаті основними елементами, такі як чорноземи, демонструють високу буферну ємність, що дозволяє їм значною мірою протистояти кислотним змінам, зберігаючи стабільний рівень рН.

Процеси засвоєння поживних речовин рослинами можуть впливати на кислотність у зоні кореневої системи, що ускладнює управління рівнем рН ґрунту. Стабільність і стійкість ґрунтових екосистем переважно залежать від їх здатності до саморегуляції кислотності. Зміни в рН також можуть впливати на активність мікроорганізмів у ґрунті, які є ключовими для підтримки здорової екосистеми, а також на фізичні та хімічні властивості ґрунту, що, в свою чергу, може суттєво вплинути на продуктивність сільськогосподарських культур. Отже, оцінка та моніторинг рН ґрунту є критично важливими для виробки сталих агрономічних практик і забезпечення оптимальних умов для росту рослини.

Таким чином, контроль кислотності ґрунту є важливим аспектом для забезпечення оптимальних умов для росту рослин і збереження екологічної рівноваги, що підкреслює необхідність комплексного підходу до управління ґрунтовими ресурсами.

Література.

1. Мельник-Шамрай В.В. Аналіз стану використання земельного фонду Житомирської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. Видавничий дім «Гельветика», 2023. 5(50). С. 20-24.

Якубів С. П., Татуревич Д. А.,  
 здобувачі вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
 спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
 Краснов В. П.,  
 д. с.- г. н., професор, кафедра екології та природоохоронних технологій,  
 Державний університет «Житомирська політехніка»

### ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ $^{137}\text{Cs}$ В ОРГАНАХ ЧОРНИЦІ ЗВИЧАЙНОЇ

Дослідження проводились у 2022р. в філії «Лугинське ЛГ». Аналіз інтенсивності накопичення  $^{137}\text{Cs}$  надземною фітомасою чорниці виявив значну амплітуду коливань величин коефіцієнта переходу та коефіцієнта накопичення – різниця між мінімальним та максимальним значеннями для вищевказаних величин в межах всього масиву даних становила відповідно 10,7 та 9,8 рази. Мінімальне середнє значення КП  $^{137}\text{Cs}$  у пагони чорниці спостерігалось на ПП-16 ( $12,7 \pm 2,07 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ ), а максимальне – на ПП-15 ( $41,9 \pm 6,1 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ ). Щодо значення коефіцієнту накопичення, мінімальна середня його величина відмічена на ПП 13 ( $0,6 \pm 0,08 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ ), а максимальна – на ПП-15 ( $1,6 \pm 0,20 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ ) (табл. 1).

Таблиця 1

Акумуляція  $^{137}\text{Cs}$  різними органами чорниці на пробних площах

№ ПП	Питома активність $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг						КП, $\text{м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$					
	пагонів		ягід свіжих		ягід сухих		пагонів		ягід свіжих		ягід сухих	
	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
11	629	61	123,7	15,6	838,3	73,8	28,3	3,24	5,6	0,6	37,7	3,0
13	320	22	58,6	2,4	407,0	19,3	15,5	1,83	2,6	0,2	18,5	2,5
15	6267	712	927,8	91,1	5720,0	637,7	41,9	6,10	5,9	0,6	36,0	3,8
16	1319	205	185,3	40,7	1270,0	285,6	12,7	2,07	1,7	0,2	11,7	1,6
17	1546	382	303,7	37,7	1783,0	249,3	20,1	4,41	3,7	0,4	21,8	2,7

На всіх пробних площах (ПП) радіоактивне забруднення повітряно-сухих пагонів дещо відрізняється від відповідних значень для сухих ягід – різниця становила 0,9-1,3 разів. Аналіз значень КП для повітряно-сухих пагонів та для сухих ягід чорниці дозволяє зробити висновок, що чорниця є інтенсивним накопичувачем радіоцезію. Досить інтенсивне накопичення  $^{137}\text{Cs}$  надземною фітомасою чорниці (КП>40) спостерігалось на пробній площі № 15 ( $41,9 \pm 6,1 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ ). На цій самій пробній площі відмічено і найвищі показники питомої активності та коефіцієнту переходу  $^{137}\text{Cs}$  у свіжі ягоди чорниці – відповідно  $927,8 \pm 91,1$  Бк/кг та  $5,9 \pm 0,6 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ . Різниця між мінімальною та максимальною величиною становить для радіоактивного забруднення свіжих ягід 15,8 разів, а для коефіцієнта переходу  $^{137}\text{Cs}$  у свіжі ягоди чорниці – 3,5 рази. Щодо радіоактивного забруднення та інтенсивності накопичення радіонукліду сухими ягодами, високі показники також зафіксовані на ПП-15: середня питома активність  $^{137}\text{Cs}$  дорівнює  $5720 \pm 637,7$  Бк/кг, а величина коефіцієнта переходу –  $36 \pm 3,8 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ . На ПП-12 значення КП  $^{137}\text{Cs}$  у повітряно-сухі пагони було найменшим і дорівнювало  $12,7 \pm 2,07 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ . На цій самій пробній площі відмічена і найменша інтенсивність акумуляції  $^{137}\text{Cs}$  як свіжими (КП =  $1,7 \pm 0,2 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ ), так і сухими (КП =  $11,7 \pm 1,6 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ ) ягодами.

Загалом по всьому масиву даних чорниці року середні значення КП  $^{137}\text{Cs}$  для повітряно-сухих пагонів становили 23,7; а для сухих ягід –  $25,1 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ . Для свіжих ягід чорниці відповідне значення КП дорівнювало  $3,9 \text{ м}^2\text{кг}^{-1}\text{10}^{-3}$ . Порівняння інтенсивності накопичення  $^{137}\text{Cs}$  різними органами чорниці за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу у 2022 році не виявило достовірної різниці між середніми значеннями КП  $^{137}\text{Cs}$  у надземну фітомасу та сухі ягоди в межах всіх пробних площ. Хоча середнє значення КП для сухих ягід у 1,2 раза менше, ніж для пагонів чорниці, але ця різниця не є достовірною на 95% довірчому рівні ( $F_{\text{факт.}} = 0,04 < F_{(1; 9; 0,95)} = 5,32$ ).

Список використаної літератури

1. Краснов В. П., Орлов О. О., Жуковский О. В., Гулик І. Т., Курбет Т. В., Корбут М. Б., Давидова І. В., Мельник В. В. Зміна вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у чорниці (*Vaccinium myrtillus L.*) у лісах Полісся України з часу аварії на ЧАЕС. Науковий вісник НЛТУ України. 2020. т. 30, № 2. С. 49-54.

Назаренко О.В.,  
 Здобувач ОР «бакалавр» спеціальності 103 «Науки про Землю»  
 Державного університету «Житомирська політехніка»  
 Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
 аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій,  
 асистент кафедри наук про Землю,  
 керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «EcoYouth»  
 Державного університету «Житомирська політехніка»  
 Науковий керівник: Кірейцева Г.В.,  
 Доцент, кандидат економічних наук докторант,  
 доцент кафедри екології та природоохоронних технологій  
 Державного університету «Житомирська політехніка»  
 ke\_miyu@ztu.edu.ua

## ПОТЕНЦІЙНИЙ ВПЛИВ ОЧІКУВАНИХ РІШЕНЬ COP28 НА ГЛОБАЛЬНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ВОДНИХ РЕСУРСІВ: АНАЛІЗ ВИКЛИКІВ ТА МОЖЛИВОСТЕЙ

Очікувана кліматична конференція COP28 може стати важливим етапом у формуванні майбутньої глобальної політики управління водними ресурсами.

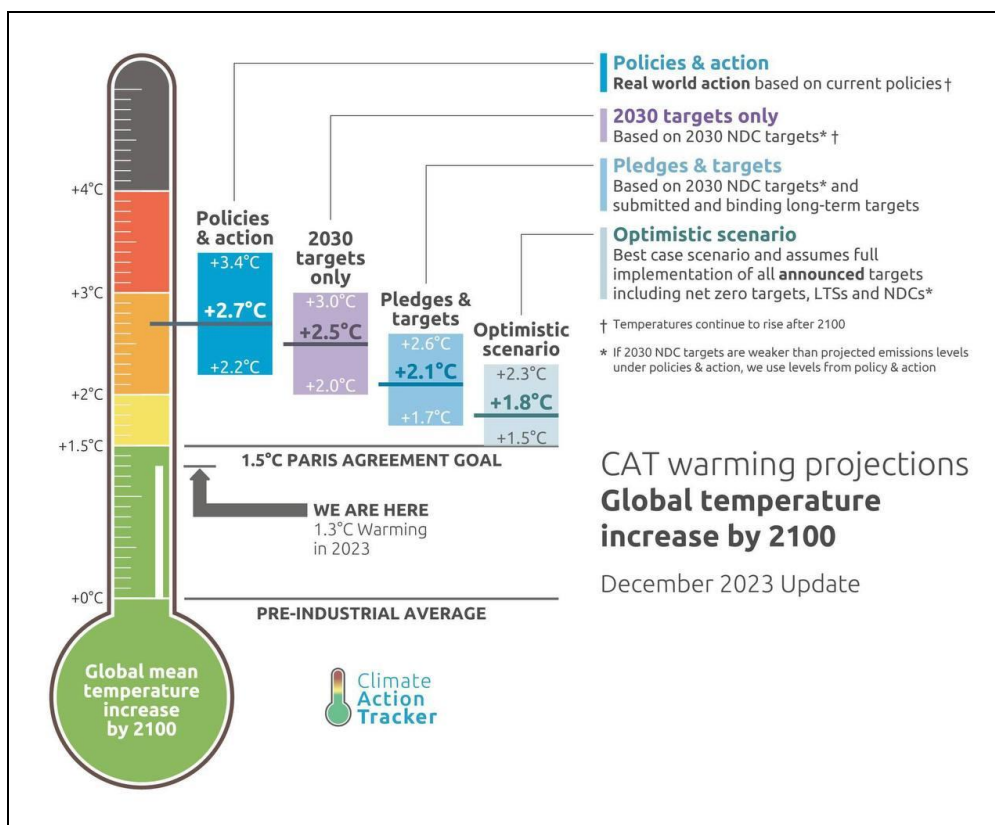


Рис. 1. Прогнозовані сценарії глобального підвищення температури до 2100 року за даними Climate Action Tracker (CAT warming projections, December 2023 Update)

В умовах поточного глобального потепління, яке досягло позначки +1,3°C порівняно з доіндустріальним періодом, міжнародна спільнота стоїть перед необхідністю розробки нових підходів до водного менеджменту. Особлива увага може бути приділена взаємозв'язку між кліматичними змінами та станом водних ресурсів.

Аналіз сучасних тенденцій свідчить про необхідність впровадження інтегрованих підходів до управління водними ресурсами. При збереженні поточних темпів зростання глобальної температури, прогнозується значне погіршення ситуації з водними ресурсами до 2100 року. Найбільш вразливими залишаються регіони, що вже зазнають водного стресу.

Потенційні сценарії кліматичних змін та їх вплив на водні ресурси

Сценарій	Прогнозоване підвищення температури до 2100 року	Очікуваний вплив на водні ресурси
Поточна політика	+3.4°C	Критичний водний стрес
Очікувані цілі 2030	+2.5°C	Помірно-критичний вплив
Потенційні зобов'язання	+2.1°C	Помірний вплив
Оптимістичний сценарій	+1.8°C	Обмежений вплив

Очікується, що на COP28 можуть бути запропоновані нові підходи до вирішення водних проблем через призму кліматичних змін. Потенційним ключовим елементом нової стратегії може стати впровадження природоорієнтованих рішень, які дозволять одночасно адресувати питання адаптації до кліматичних змін та забезпечення водної безпеки.

Таблиця 2.

Очікувані пріоритетні напрямки управління водними ресурсами

Напрямок	Поточний стан	Очікуваний стан 2030	Потенційні інструменти
Водна безпека	Високий ризик	Помірний ризик	Інтегроване управління
Захист екосистем	Деградація	Стабілізація	Природоорієнтовані рішення
Інфраструктурна стійкість	Обмежена	Посилена	Кліматично-адаптивні технології
Міжнародна співпраця	Фрагментована	Інтегрована	Міжнародні механізми

Передбачається значна увага до розвитку міжнародного співробітництва у сфері управління трансграничними водними ресурсами. Глобальне потепління не визнає державних кордонів, і його вплив на водні ресурси вимагатиме скоординованих дій на міжнародному рівні.

Технологічні інновації можуть відіграти ключову роль у модернізації систем водного менеджменту. Потенційне впровадження смарт-технологій моніторингу, предиктивної аналітики та автоматизованих систем управління може оптимізувати використання водних ресурсів.

Економічні аспекти впровадження нових підходів до водного менеджменту потребуватимуть значних інвестицій. Очікується розробка нових фінансових механізмів та інструментів для мобілізації необхідних ресурсів.

У соціальному аспекті особлива увага може бути приділена забезпеченню справедливого доступу до водних ресурсів та захисту вразливих груп населення. Розвиток потенціалу місцевих громад у сфері управління водними ресурсами може стати одним із пріоритетних напрямків.

Майбутні перспективи глобального водного менеджменту значною мірою залежатимуть від амбітності та ефективності рішень, які будуть прийняті на COP28. Досягнення оптимістичного сценарію з обмеженням глобального потепління до 1,8°C вимагатиме безпрецедентних зусиль та міжнародної співпраці.

Список використаних джерел:

- Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. Vol. 2022. P.P. 1-5. SCOPUS
- Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м.Житомирі за допомогою MIR-індексу. Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. 2024. Випуск 3(146). С. 58-65.
- Кірейцева Г., Циганенко-Дзюбенко І., Замула І., Демчук Л. Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, 2024, Випуск 1(144), С. 84-91. URL: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.11>



Лисак М. В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Краснов В. П.,  
д. с.-г. н., професор, кафедра екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»

### ЗАПАСИ КОРМОВИХ ТРАВ КОЗУЛІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ У НАСАДЖЕННЯХ РІЗНОГО ПОРОДНОГО СКЛАДУ

Дослідження проводились у насадженнях філії «Сарненське ЛГ» з метою визначення запасів кормових трав козулі європейської у зоні досліджень. Встановлено, що найвища місткість кормових трав притаманна вільшаникам, вербнякам та ясенникам, а найнижча – чистим соснякам та березнякам (табл. 1). У чистих середньовікових і пристигаючих високоповнотних соснових насадженнях у трав'яному покриві відсутні види, які є кормовими для досліджуваних тварин, але є значні запаси вічнозелених чагарничків порядку вересоцвітих (чорниця, брусниця, верес, багно, буяхи). Дані види є типовими для соснових і сосново-березових лісів і у весняний період характеризуються значною величиною кормової фітомаси. В окремих типах лісу запаси фітомаси чорниці складають 19 – 23 ц/га, а вересу – до 40 ц/га. Серед інших зимово-зелених рослин у змішаних насадженнях важливу кормову роль для козулі європейської відіграють барвінок малий, горлянки женеvська та повзуча, розхідник плющолістий, печіночниця звичайна.

Величина фітомаси трав у березняках може бути значною, але серед них переважають некормові види. У сосново-листяних лісах спостерігається зміна травостою по сезонам. Найбільш поширеними тут є різні види злаків: костриця овеча, біловус стиснутий, кунічник наземний. Проте ці види створюють кормову фітомасу для козулі лише з кінця квітня. Чисті осичники та ліси з пануванням осики у верхньому ярусі перевищують по урожайності кормових трав чисті березняки майже у всіх типах умов місцезростання. Вільшаники характеризуються значними запасами кропиви, гравілатів, ситників та щучника дернистого. Характерними представниками травостою у вербняках є різні види осок (переважно купинних), види гадючників, вербозілля звичайне та перестріч лучний.

Таблиця 1

Запаси надземної фітомаси трав на початку та у кінці періоду вегетації у різних типах лісів, кг/га

Категорії насаджень	Весна			Осінь		
	середн і	min	max	середн і	min	max
Сосняки	92	0	225	86	0	408
Сосново—листяні	205	9	382	153	0	446
Березняки	94	16	148	48	14	112
Осичники	196	37	345	54	32	185
Вільшаники	320	35	673	72	6	219
Вербняки	274	54	564	212	80	408
Вербняки	282	85	528	83	47	162
Ясенники	290	102	566	121	56	229

Слід також відмітити, що деякі типи угідь не використовуються козулею звичайною навіть при її значній чисельності. До таких територій слід віднести чисті сосняки зеленомошники віком від 20 до 40 років, сосново-листяні насадження з незначним поширенням злаків, чисті березняки з переважанням у травостой некормових видів. Питання щодо кормової ємності лісових угідь потребує подальших досліджень у різних регіонах, а також із розуміння того, що термін - „природна кормова ємність угідь” є частиною загальної продуктивності мисливських угідь, куди входять інші характеристики (захищеність від хижих тварин, браконьєрство, фактори діяльності людини, придатність угідь для розмноження, конкурентність з іншими видами, тощо).

Болейко Д.Д.,  
учень 10 класу Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету “Житомирська політехніка”  
Наукові керівники: Голяченко О.О.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,  
вчитель біології Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”,  
аспірант, асистент кафедри наук про Землю,  
керівник центру наукового розвитку учнів та молоді «EcoYouth»  
Державного університету «Житомирська політехніка»  
ke\_miyu@ztu.edu.ua

## РОЛЬ МАКРОФІТІВ ПІД ЧАС БІОІНДИКАЦІЙНОЇ ОЦІНКИ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ УРБООКОСИСТЕМИ

Антропогенна трансформація водних екосистем урбанізованих територій призводить до кардинальних змін їхнього екологічного стану, що вимагає розробки ефективних методів оцінки та моніторингу. Макрофіти, як важливий компонент водних екосистем, демонструють високу індикаторну здатність щодо різних типів антропогенного навантаження та можуть слугувати надійними біоіндикаторами екологічного стану водних об'єктів урбоекосистем. Особливості використання макрофітів для біоіндикації базуються на їхній здатності інтегрально відображати умови середовища протягом тривалого періоду. Макрофіти характеризуються різною толерантністю до забруднення та евтрофікації, що дозволяє використовувати їх видовий склад, проективне покриття та життєвість як індикатори якості водного середовища.

У міських водоймах формуються специфічні угруповання макрофітів, що включають: занурені макрофіти (Submergent macrophytes), макрофіти з плаваючим листям (Floating-leaf macrophytes), повітряно-водні макрофіти (Emergent macrophytes).

Кожна екологічна група макрофітів має специфічні індикаторні властивості. Занурені макрофіти найбільш чутливі до змін хімічного складу води та її прозорості. *Ceratophyllum demersum*, наприклад, здатний накопичувати значні кількості важких металів, що робить його ефективним індикатором забруднення водойм токсичними елементами. *Myriophyllum spicatum* демонструє чітку реакцію на органічне забруднення та евтрофікацію, змінюючи морфометричні параметри та інтенсивність розвитку.

Макрофіти з плаваючим листям особливо чутливі до змін гідрологічного режиму та евтрофікації. Присутність та рясність *Nuphar lutea* може свідчити про стабільність гідрологічного режиму та помірний рівень трофності. Натомість масовий розвиток *Lemna minor* часто індикуює підвищений вміст біогенних елементів та органічне забруднення. Повітряно-водні макрофіти відображають довготривалі зміни в екосистемі та характер донних відкладів. *Phragmites australis*, завдяки високій екологічній пластичності, може слугувати індикатором загального стану прибережної зони, а його морфометричні параметри корелюють з рівнем антропогенного навантаження.

Висновок. Встановлено, що макрофіти є ефективними біоіндикаторами екологічного стану водних об'єктів урбанізованих територій. На основі аналізу видового складу, проективного покриття та життєвості водних рослин можна достовірно оцінювати рівень антропогенного навантаження на водні екосистеми міст.

Список використаних джерел:

1. Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м. Житомирі за допомогою MIR-індексу. Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. 2024. Випуск 3(146). С. 58-65.
2. Циганенко-Дзюбенко І., Хом'як І., Кірейцева Г. Моделювання динаміки водних і прибережно-водних рослинних угруповань у пост-мілітарних умовах. Проблеми хімії та сталого розвитку, 2023. Випуск 2. С. 26–37
3. Циганенко-Дзюбенко І.Ю., Кірейцева Г.В., Демчук Л.І., Скиба Г.В., Вовк В.М. Оцінка стану та фітореMediaційного потенціалу антропогенно трансформованих гідроекосистем Малинщини. Екологічні науки. 2023. Вип. 5 (50). С. 81-87.

Коваль І.І.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»  
Науковий керівник: Русіна Н.Г.,  
к.п.н., викладач,  
ВСП «Рівненський фаховий коледж НУБіП України»  
[anna@ukr.net](mailto:anna@ukr.net)

## РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

Рациональне використання природних ресурсів є першочерговим завданням для забезпечення сталого розвитку і збереження навколишнього середовища. Людство стикається з серйозними екологічними викликами, які виникають внаслідок нераціонального природокористування, таких як вичерпання корисних копалин, забруднення повітря, води та ґрунтів, знищення лісів та біорізноманіття. Для вирішення цих проблем важливо впроваджувати екологічно збалансовані підходи до використання природних ресурсів.

Тривалий час у нашій країні природокористування було безкоштовним, тобто підприємства та організації використовували природні ресурси і водночас забруднювали довкілля, але за це не платили. Нині суспільство наполегливо вимагає від суб'єктів підприємницької діяльності не забруднювати довкілля, будувати очисні споруди та устаткування для переробки відходів виробництва. Однак такі заходи приводять до збільшення витрат, які потім відображаються на зростанні вартості продукції, внаслідок чого знижується її конкурентоспроможність. Така ситуація спонукає підприємців приймати такі рішення, що забезпечують найменші витрати та обумовлюють вирішувати екологічні проблеми [1, с.3].

Потрібно звернути увагу на вичерпання невідновлюваних ресурсів. Корисні копалини, такі як вугілля, нафта та природний газ, формуються мільйонами років, і їхнє вичерпання є серйозною загрозою для екології, економіки та енергетичної безпеки. Великою проблемою є дефіцит водних ресурсів, чиста прісна вода є обмеженим ресурсом, і її дефіцит вже сьогодні відчувається в багатьох країнах. Надмірне водокористування, забруднення та зміни клімату тільки погіршують ситуацію.

Знищення лісів та біорізноманіття. Ліси – це «легені планети», вони очищують повітря, регулюють клімат і є домом для багатьох видів рослин та тварин. Вирубка лісів призводить до деградації екосистем і вимирання видів. Забруднення повітря, води та ґрунтів. Викиди від промисловості та транспорту, надмірне використання хімікатів у сільському господарстві забруднюють навколишнє середовище, що негативно впливає на здоров'я людей і природи.

Основними принципами рационального використання природних ресурсів є: пріоритет відновлюваних джерел енергії, використання сонячної, вітрової, гідро- та геотермальної енергії допоможе зменшити залежність від невідновлюваних ресурсів і знизити викиди парникових газів. Економія ресурсів. Важливо зменшувати споживання ресурсів там, де це можливо, та оптимізувати їх використання. Це може бути досягнуто шляхом впровадження сучасних технологій та оптимізації виробничих процесів. Повторне використання і переробка. Переробка відходів зменшує потребу у видобутку нових ресурсів і знижує рівень забруднення. Зокрема, переробка пластику, металу, паперу й електроніки є важливим аспектом сталого використання ресурсів.

Проблема відходів має глобальний масштаб і вимагає все нових і нових підходів до її вирішення. Одним з таких рішень може бути повторне використання відходів у різних сферах, у тому числі і в будівництві доріг. Наприклад, пластикові дороги, сучасні пластикові доріг відбивається в самій їх назві. Це дороги, які виготовляються або повністю з пластику, або з композитів пластику з іншими матеріалами. Будують такі дороги, в основному, з переробленого пластику: побутові відходи, одноразовий посуд, кришечки пляшок, ковпачки, соломинки, пластикові меблі і т.д. Одна з головних переваг для екології – пластикові дороги створюють із вторинної сировини, яка, в іншому випадку, просто з'явиться на звалищі. Замість того, щоб забруднювати землю і океан, старий пластик переробляють і він буде приносити користь. Індія – світовий лідер за технологією створення «пластикових» доріг. Технологію створення доріг з пластику в Індії в 2002 році розробив Раджагопалан Васудеван, професор хімії Інженерного коледжу Тіагараджара у південному місті Мадурай [2, с.3].

Контроль і зменшення забруднення. Зменшення викидів у повітря, ґрунт та воду є невід'ємною частиною рационального використання ресурсів. Це включає як застосування очисних технологій, так і контроль за дотриманням екологічних стандартів. Для ефективного контролю та зменшення забруднення необхідно застосовувати комплекс заходів: законодавче регулювання (розробка та впровадження суворих екологічних стандартів, встановлення лімітів на викиди забруднюючих речовин); технологічні рішення (впровадження нових технологій, які дозволяють зменшити кількість шкідливих викидів та відходів); екологічне освічення (підвищення обізнаності населення про проблеми забруднення та

необхідність бережливого ставлення до природи); міжнародне співробітництво: (розробка та реалізація спільних програм для боротьби з глобальним забрудненням).

Підтримка біорізноманіття. Біорізноманіття – це різноманітність живих організмів на Землі, включаючи всі рослини, тварини, гриби та мікроорганізми, їхні гени і всі екосистеми, частиною яких вони є. Це не просто сукупність видів, а складна мережа взаємодій, яка забезпечує функціонування всієї планети. Збереження природних екосистем, охорона рідкісних та зникаючих видів, відновлення деградованих земель – усе це допомагає зберігати біорізноманіття і сприяє екологічній рівновазі. Шляхами досягнення раціонального використання природних ресурсів може бути впровадження екологічно чистих технологій, інновацій спрямованих на зменшення споживання енергії, води та сировини, що відіграють важливу роль у раціоналізації використання ресурсів.

Розвиток «зеленої» економіки. Перехід до екологічно орієнтованих економічних моделей, де враховуються екологічні витрати і доходи, є важливим кроком для сталого використання природних ресурсів. Зелена економіка – це модель економічного розвитку, яка поєднує економічне зростання з екологічною стійкістю. Вона передбачає декарбонізацію економіки, ефективне використання ресурсів та соціальну справедливість. Ключові принципи зеленої економіки:

- декарбонізація: зменшення викидів парникових газів шляхом переходу на відновлювані джерела енергії, підвищення енергоефективності та розвитку низьковуглецевих технологій;
- циркулярна економіка: мінімізація відходів шляхом повторного використання, ремонту та переробки матеріалів;
- екологічна ефективність: збільшення продуктивності при одночасному зменшенні негативного впливу на довкілля.
- соціальна справедливість: забезпечення рівного доступу до ресурсів та можливостей для всіх верств населення.

Переваги зеленої економіки: зменшення ризиків, пов'язаних зі зміною клімату; створення нових робочих місць та стимулювання інновацій; покращення якості життя та здоров'я людей; Збільшення енергетичної безпеки.

Екологічна освіта і свідомість. Формування екологічної культури, навчання людей ефективного і відповідального ставлення до ресурсів є критичними для досягнення стійкого розвитку. Розробка і впровадження політик сталого розвитку. Законодавча підтримка, яка стимулює екологічно відповідальне використання природних ресурсів, є необхідною умовою для реалізації принципів сталого розвитку. Міжнародна співпраця. Глобальні екологічні проблеми потребують міжнародних зусиль і узгоджених дій. Співпраця між країнами у питаннях захисту навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів може значно поліпшити екологічну ситуацію в світі.

Відповідно, можна зробити висновок, раціональне використання природних ресурсів є основою для забезпечення безпеки екології та економіки. Раціональне використання природних ресурсів – це комплекс заходів, спрямованих на ефективне використання природних ресурсів з одночасним збереженням їхньої якості та відтворення для задоволення потреб теперішніх і майбутніх поколінь. Це фундаментальний принцип сталого розвитку, який передбачає баланс між економічним зростанням, соціальним прогресом та збереженням навколишнього середовища. Використання природних ресурсів у даному напрямку є складним і багатогранним завданням, яке вимагає комплексного підходу та міждисциплінарних досліджень. Наукові знання є основою для розробки ефективних стратегій та інструментів для досягнення цієї мети. Інтеграція екологічних принципів у всі сфери життя, починаючи від освіти і закінчуючи виробництвом, є основою до досягнення сталого розвитку природокористування. Лише відповідальне ставлення до природи забезпечить майбутнім поколінням здорове і чисте довкілля.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Дзядикович, Ю. В. Заходи щодо раціонального використання природних ресурсів [Текст] / Ю. В. Дзядикович // Український журнал прикладної економіки. – 2016. – Том 1. – № 1. – С. 83-91. – ISSN 2415-8453.)

2. Пластикові дороги: як їх будують в світі і чи з'явиться в Україні асфальт з вторсировини. *Рубрика*. URL: <https://rubryka.com/article/plastic-roads/> (дата звернення: 03.11.2024).

Trachuk A.R.,  
PhD student of Ihor Sikorskyi KPI  
Scientific supervisor: S.V. Zaichenko,  
Doct of tech sciences, Prof.of automation of electrotechnical and mechatronics complexes department,  
KPI named after Ihor Sikorskyi  
atrachuk1990@gmail.com

## INTENSIFICATION OF ENERGY SAVING PROCESSES THROUGH WIDE IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

Ukraine's energy security is extremely important in the context of growing energy demand, limited resources and climate change. Increasing prices for traditional energy resources and constant risks of energy dependence make energy conservation a priority for the country. One of the ways to solve this problem is the active introduction of renewable energy sources (RES), which can significantly reduce dependence on imports and strengthen energy stability. Modern technologies based on the use of solar, wind, hydropower and biomass open up prospects for increasing energy efficiency and sustainable development.

Large-scale introduction of RES at the industrial, commercial and household levels is an important step towards increasing the stability of Ukraine's energy system. The key directions of this process are the development of technologies that allow efficient use and storage of energy from renewable sources, such as solar, wind and bioenergy. In the conditions of modern challenges, where climate change, economic difficulties and the need for sustainable development are becoming the main issues, energy saving occupies an important place in the strategic goals of states. Fossil resources such as oil, gas and coal are being depleted and pose a significant threat to the environment. This encourages society to actively switch to renewable energy sources (RES), in particular solar, wind, hydropower and biomass, as promising alternatives capable of reducing dependence on traditional energy carriers, reducing the carbon footprint and increasing energy security.

Innovations and new technologies in the field of RES ensure a systematic reduction of energy consumption and increase the efficiency of energy-saving measures. They cover areas such as energy storage, network automation, building energy efficiency, and integration of intelligent systems. It is the development of these technologies that is a decisive factor on the way to an energy-efficient future.

### *Innovative solutions for energy saving and implementation of RES*

*Solar energy* . Solar energy in Ukraine has significant prospects due to favorable climatic conditions.

*Wind energy* . Ukraine has large wind energy resources, especially in coastal and steppe areas.

*Bioenergetics* . The use of Ukraine's agricultural potential makes it possible to produce energy from biomass, which reduces dependence on traditional sources. *Innovative approaches to energy storage and distribution*

Modern technologies ensure more efficient use of energy, reduce losses and make networks more flexible. They also contribute to the adaptation of RES to meet energy needs in various areas.

*Energy storage systems* . Hydrogen-based batteries and systems allow energy to be stored and used during peak loads, increasing supply reliability.

*Intelligent networks (Smart Grids)*. These networks allow energy consumption to be controlled by quickly responding to supply and demand fluctuations, reducing losses.

*Energy-efficient buildings* . Buildings with "green" technologies have a high level of thermal insulation, heat recovery systems and solar panels, which reduces energy needs.

*Development of electric mobility* . The transition to electric transport and the development of charging stations helps reduce carbon emissions and reduces dependence on traditional fuels.

### **Conclusions**

Large-scale implementation of RES is necessary to strengthen Ukraine's energy security, reduce dependence on traditional energy resources, and improve the environment. For the successful integration of RES into the energy system, it is worth:

- p to develop a national strategy for the development of RES, taking into account the needs of all sectors of the economy.
- to support innovations in the field of energy storage.
- to encourage foreign investments in RES.

The development of renewable energy sources is a critically important step for Ukraine's energy independence, which will also contribute to economic growth and environmental protection.

For the successful development of RES and energy saving, state support and investments are necessary. It is important to develop legislation that encourages enterprises to implement energy-saving technologies and RES, as well as support for scientific research in this area. The production and consumption of energy based on RES will not only improve energy independence, but also ensure an ecologically clean future, contributing to the reduction of energy costs and increasing economic stability.

Комашко В.С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Ящук Л.Б.,  
к.х.н., доц., доцент кафедри екології,  
Черкаський державний технологічний університет  
[I\\_yashchuk@ukr.net](mailto:I_yashchuk@ukr.net)

## ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ В УКРАЇНІ

Обсяги утворених відходів та необхідність їх подальшої утилізації стали для України однією з найбільш пріоритетних проблем, від вирішення яких залежить не тільки стан довкілля, але й перспективи вступу до ЄС.

Щорічно в Україні утворюється близько 1,5 млрд. т промислових відходів, з яких до 1 – 3 класу небезпеки відноситься до 8 млн. тонн. Загальний обсяг накопичених промислових відходів перевищує 25 млрд. т. Обсяги ТПВ щорічно складають 10-13 млн тонн. Незважаючи на скорочення населення в Україні, обсяг сміття щорічно збільшується на 0,2%.

Найбільш поширеним способом поводження із непотрібними залишками сировини чи продукції залишається їх вивезення з подальшим захороненням на полігонах і сміттєзвалищах. Цей спосіб утилізації є найдешевшим з усіх видів поводження з ТПВ, що не створює стимулів для суб'єктів господарювання і місцевих органів влади для їх перероблення. Спеціалізується на утилізації та знешкодженні відходів незначна кількість вітчизняних підприємств, які фактично не забезпечені належною технологічною базою. Як наслідок, рівень переробки відходів в Україні критично низький, переробні підприємства завантажені лише на 40%.

У більшості розвинених держав світу політика поводження з відходами спрямована на стримування обсягів їх продукування і збільшення глибини переробки. У країнах ЄС вибудована на законодавчому та виконавчому рівнях максимально екологічно безпечна система в галузі поводження з сміттям. Зокрема, у Данії, Швеції, Бельгії, Нідерландах, Німеччині, Австрії на полігонах опиняється менше 5% твердих побутових відходів, 35% – переробляється; 15% йде на компостування та отримання біогазу. Половина утворених ТПВ спалюється. Наразі в Україні діє лише один сміттєспалювальний завод, що знаходиться у м. Києві – завод «Енергія». Станом на 07.09.2019 року Міністерства розвитку громад та територій України функціонують 38 пунктів сміттєсортувальних, сміттєпереробних та сміттєспалювальних станцій (заводи, комплекси). На 10 полігонах біогаз збирається для виробництва електроенергії з продажом в мережу по «зеленому» тарифу. У зв'язку з військовими діями ця кількість є меншою.

Спалювання відходів є дорогою опцією, яка вимагає значних інвестицій і достатньо високого тарифу за утилізацію, а ціна виробленої теплової енергії та електроенергії є доволі високою. Експлуатація сміттєспалювальних заводів у порівнянні зі сміттєпереробними підприємствами і полігонами потребує значно більших капітальних і експлуатаційних витрат. Особливо значна частина витрат іде на фільтри, які очищують викиди в повітря і роблять їх безпечними для довкілля. Такі заводи є дорогими інвестиціями. Тому для умов України більш перспективною є як реалізація заходів зі зменшення обсягів утворення відходів (запобігання утворенню) та їх переробка для повторного використання (рециклінг). Саме ці напрямки є пріоритетними згідно європейської Директиви про відходи 2008/98/ЄК.

Будівництво в Україні сучасних регіональних санітарних полігонів потребує зміни політики як на державному, так і на місцевому рівнях. А саме:

–на законодавчому рівні закріпити чітку систему екологічних вимог до сміттєпереробних підприємств;

–надати органам місцевої влади можливість укладати довгострокові договори з переможцями конкурсів з переробки ТПВ, упродовж строку дії яких вони зможуть гарантувати постачання встановлених договором обсягів ТПВ і сплату тарифу на переробку, якщо не порушується антимонопольне законодавство.

–надавати перевагу приватним інвесторам при будівництві сміттєсортувальних (сміттєпереробних, сміттєспалювальних) заводів;

Зменшенню обсягів ТПВ сприятиме й прийняття закону "Про упаковку та відходи упаковки". Розроблений законопроект імплементує в українське законодавство європейські підходи, а саме директиви: 94/62/ЄС «Про упаковку та відходи упаковки» в рамках сприяння переходу підприємств країни до економіки замкнутого циклу. Згідно розробленому законопроекту обов'язок поводження з упаковкою (в першу чергу, полімерною) переходить від держави до виробника продукції. Впровадження розширеної відповідальності стимулюватиме виробників створювати необхідну інфраструктуру для збирання та рециклінгу відповідних відходів.

Korinenko R.V.,  
postgraduate of specialty 183 "Environmental protection technologies"  
Titov T.S.,  
Ph.D. (Chem.), Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental  
Protection Technologies  
Kushnir D.V.,  
bachelor of specialty 183 "Environmental protection technologies"  
Vinnytsia National Technical University  
naydichroksolana2017@gmail.com

### MICROPLASTIC – HIDDEN THREAT OF MODERNITY

Today, plastic is one of the most widely used materials in all industries. It gained such popularity due to its positive properties: low cost of production, strength, resistance to moisture and chemical factors. Considering this, the production of polymer products is actively increasing every year, and this outlines one of the biggest environmental problems of mankind: the excessive accumulation of waste polymer materials. An equally important problem is the formation of microplastics as a result of the influence of natural factors on polymer waste. Microplastics take part in food chains and have a significant negative impact on environmental objects.

Previously, the presence of microplastics in the blood [1], digestive and respiratory systems of the human body was confirmed [2].

The authors of the work [3] studied 15 samples of the olfactory bulb of the brain of deceased persons using the method of IR-spectroscopy of diffuse reflection on a Fourier spectrometer. In all cases, microplastics or polymer fibers were detected, indicating the airborne distribution of microplastics in the environment. These data may indicate the involvement of microplastics in the development of neurodegenerative diseases in some cases.

Other studies published in the article [4] confirm the presence of microplastics in the human placenta, and studies [5] indicate the presence of the latter in the reproductive cells of male subjects.

Taking into account the data of the above-mentioned studies and the continuation of the significant growth rate of the production of polymeric materials, there is an urgent need for a proper method of disposal of polymeric waste. In this direction, the most progressive method is the method of catalytic low-temperature pyrolysis. Energy saving, relative environmental safety and high economic potential distinguish the method of catalytic thermal destruction of waste polymer materials from other disposal methods.

The final products of catalytic thermal destruction are pyrolysis gas, pyrolysis liquid and pyrocarbon. In order for the obtained components to have a high economic value, it is necessary to follow a clear algorithm for sorting polymer waste. Only synthetic raw materials obtained under such conditions can be considered as an alternative to non-renewable energy sources (natural gas, oil and coal) [6].

Such a disposal approach as catalytic thermodestruction of polymer waste can ensure the sustainable and promising development of the transition from fossil natural fuels to renewable energy sources and become a solid foundation for the circular economy in Ukraine. In addition, the problem of the negative impact of polymer waste on environmental objects, in particular on the human body, will be partially solved.

#### References:

- [1] H. A. Leslie, M. J. M. Van Velzen, S. H. Brandsma, A. D. Vethaak, J. J. Garcia-vallejo, & M. H. Lamoree, "Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood", *Environ. Int.*, vol. 163, pp. 107199, May. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>.
- [2] L. Zhu, Y. Kang, M. Ma, Z. Wu, L. Zhang, R. Hu, Q. Xu, J. Zhu, X. Gu, and L. An, "Tissue accumulation of microplastics and potential health risks in human", *Sci Total Environ.*, vol. 915, pp. 170004, Mar. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170004>.
- [3] L. F. Amato-Lourenço, K. C. Dantas, G. R. Júnior, et al., "Microplastics in the Olfactory Bulb of the Human Brain", *JAMA Netw Open.*, vol. 7(9), e2440018, Sept. 2024. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.40018>.
- [4] M. A. Garcia, R. Liu, A. Nihart, E. E. Hayek, E. Castillo, E. R. Barrozo, and at. "Quantitation and identification of microplastics accumulation in human placental specimens using pyrolysis gas chromatography mass spectrometry", *ToxicolSci*, vol. 199, iss. 1, pp. 81–88, May. 2024. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfae021>.
- [5] L. Montano, E. Giorgini, V. Notarstefano et al. "Raman Microspectroscopy evidence of microplastics in human semen", *Sci Total Environ.*, vol. 901, pp. 165922, Nov. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165922>.
- [6] B. V. Korinenko, V. O. Yevdokymenko, A. P. Ranskiy, O. A. Gordienko, and R. V. Korinenko, "Alternative Energy. Notice III. Improved Technology of Pyrolysis Processing of a Mixture of Polymer Waste", *Visnyk VPI*, vol. 2, pp. 25 – 32, May. 2024. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-173-2-25-32>.

Коровушкін В.О.,  
аспірант

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Науковий керівник: Босак А.В<sup>1</sup>, Бойченко С.В.,

<sup>1</sup>к.т.н., доц., доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів,  
<sup>1</sup>д.т.н., проф., професор кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів<sup>2</sup>

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

[vitalijkorovuskin@gmail.com](mailto:vitalijkorovuskin@gmail.com)

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

**Вступ.** Сьогодні енергетична потреба драматично зростає. Більшість енергетичних ресурсів досі базується на викопному паливі — вугіллі, нафті та природному газі. Використання цих джерел енергії призводить до викидів великої кількості парникових газів, які є причиною глобального потепління, забруднення повітря та води, а також провокують низку проблем зі здоров'ям у населення. Альтернативою є відновлювані джерела, однак для їх ефективного використання потрібні нові способи зберігання і перетворення енергії. Одним з найбільш перспективних варіантів є паливні елементи (ПЕ).

Паливні елементи є пристроями, які перетворюють хімічну енергію палива (наприклад, водню або метанолу) в електричну енергію безпосередньо, без проміжного перетворення в теплову енергію. Це дозволяє уникнути багатьох викидів, властивих традиційним двигунам внутрішнього згорання або турбінам, а також досягти високого коефіцієнта корисної дії (ККД). Хоча ПЕ вважаються екологічно чистішими порівняно з традиційними системами виробництва енергії, вони також мають певні екологічні аспекти, пов'язані з етапами виробництва, експлуатації та утилізації. У цьому огляді розглянуто основні типи паливних елементів, їхні переваги та недоліки, а також їх вплив на навколишнє середовище.

**Результати дослідження.** *Виділяють наступні типи паливних елементів:*

1. *Протонно-обмінні мембранні паливні елементи (Proton Exchange Membrane Fuel Cell – PEMFC).* Це один із найпоширеніших видів ПЕ, який використовується в транспортних засобах, портативних пристроях та малих електростанціях. Є низькотемпературним паливним елементом, який використовує водень як паливо і працює при температурі 70–90°C. На етапі виробництва потрібні дорогі каталізатори, зокрема платина, що впливає на вартість і енергетичні витрати на добування та обробку. Під час експлуатації водень подається на анод, де він розщеплюється на протони та електрони. Протони проходять через мембрану до катода, а електрони створюють електричний струм. Побічним продуктом є лише вода, що є значною екологічною перевагою. Однак виробництво водню залишається енергоємним процесом, особливо якщо використовуються невідновлювані джерела енергії. Під час утилізації PEMFC слід звертати увагу на рециркулювання платинопотримуючих матеріалів для зниження екологічного сліду. Оскільки платина є дорогим матеріалом і вимагає значних витрат на видобуток і обробку, вартість виробництва PEMFC є високою.

2. *Лужні паливні елементи (Alkaline Fuel Cell – AFC)* використовують водний розчин лугу (найчастіше КОН) як електроліт. Основною перевагою AFC є можливість використання нікелевих або інших недорогих каталізаторів замість платини, що знижує вартість виробництва. Виробництво таких елементів вимагає високої чистоти матеріалів, оскільки AFC чутливий до вмісту CO<sub>2</sub>, що може утворювати карбонатні відкладення та знижувати ефективність. Під час експлуатації водень розщеплюється на аноді, утворюючи іони гідроксиду, які далі реагують на катоді, утворюючи воду. Під час утилізації основним завданням є безпечно видалення або переробка лужного електроліту.

3. *Фосфорнокислотні паливні елементи (Phosphoric Acid Fuel Cell – PAFC)* працюють при середніх температурах (близько 150–200°C), що дозволяє використовувати їх для комбінованого виробництва тепла і електроенергії. Вони використовують фосфорну кислоту як електроліт, яка є стійкою до забруднення оксидом вуглецю. PAFC застосовуються в комерційних та промислових установках завдяки їхній здатності ефективно використовувати побічне тепло для опалення. PAFC є стійкими до CO, що дозволяє використовувати природний газ або інші вуглеводневі палива.

4. *Паливні елементи з розплавленим карбонатом (Molten Carbonate Fuel Cell – MCFC)* працюють при високих температурах (550–700°C) і використовують розплавлені солі карбонату літію і калію як електроліт. Високі температури дозволяють їм працювати з різними паливами, включаючи природний газ, біогаз та водень. Однією з ключових особливостей MCFC є здатність використовувати CO<sub>2</sub> як окислювач на катоді, що робить їх придатними для вловлювання вуглецю та зниження викидів CO<sub>2</sub>. Основними обмеженнями MCFC є висока температура роботи, яка призводить до корозії і обмежує вибір матеріалів для конструкції. Через складність у виробництві та експлуатації MCFC зазвичай використовуються в стаціонарних електростанціях, де можна отримати додаткову енергію за рахунок тепла від вихлопних газів.



5. Твердоокисні паливні елементи (*Solid Oxide Fuel Cell – SOFC*) працюють при температурі від 600 до 1000°C і мають дуже високий ККД. Вони використовують твердий електроліт з оксиду ітрію, стабілізованого цирконієм, що дозволяє уникнути проблем із витоком рідких електролітів. SOFC можуть працювати на різних видах палива, включаючи біогаз, природний газ і навіть тверді види палива після попередньої обробки. Висока температура дозволяє SOFC досягати високої ефективності, а також використовувати тепло для когенерації. Основними недоліками є висока вартість матеріалів, необхідних для роботи при високих температурах, а також тривалий час запуску. На етапі утилізації особлива увага приділяється переробці та утилізації металів, які використовувалися для виготовлення анода і катода, що можуть містити дорогі елементи.

6. Метанолові паливні елемент (*Direct Alcohol Fuel Cell – DAFC*) працюють на метанолі або етанолі, які окислюються на аноді, що робить ці елементи привабливими для портативних пристроїв. Виробництво DAFC включає дорогі каталізатори на основі платини та рутенію, які захищають електроди від отруєння CO. Під час експлуатації метанол або етанол реагує з водою на аноді, виділяючи електрони та утворюючи CO<sub>2</sub>, що є побічним продуктом. Однак перехід палива через мембрану може призвести до змішаного потенціалу та знизити продуктивність. Утилізація DAFC вимагає видалення токсичних компонентів, зокрема метанолу, який є легкозаймистим і токсичним для навколишнього середовища.

Очевидно, що використання раніше розглянутих типів паливних елементів для виробництва електроенергії чи комбінованого виробництва тепла та електроенергії, а також для живлення різних транспортних засобів, призвело до суттєвого зниження екологічного впливу. Іншими словами, це забезпечило значні екологічні переваги, що підтверджується різними дослідженнями оцінки життєвого циклу (LCA). Екологічні впливи наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Нормалізовані екологічні впливи для різних систем паливних елементів

Показник екологічного впливу	PEM 2 кВт	SOFC 125 кВт	MCFC 500 кВт	μ-GT 100 кВт
Потенціал глобального потепління, кг CO <sub>2</sub> -eq	0.752	0.523	0.549	0.736
Виснаження стратосферного озону, мкг CFC-11-eq	0.204	0.142	4.11	0.280
Утворення твердих часток, мг PM <sub>2.5</sub> -eq	189	83.3	135	99.8
Фотохімічне утворення оксидантів, мг NO <sub>x</sub> -eq	716	516	445	1243
Потенціал кислотних дощів, мг SO <sub>2</sub> -eq	700	330	506	798
Потенціал евтрофікації прісних вод, мг P-eq	21.8	12.1	9.81	6.99
Дефіцит мінеральних ресурсів, г Cu-eq	2.20	0.830	0.612	0.509
Дефіцит викопних ресурсів, кг oil-eq	0.263	0.184	0.187	0.259
Споживання води, л води	204	101	85.4	61.9
Сумарне споживання ексергії, MJex	12.225	8.509	8.845	11.878

На жаль, оскільки сучасні системи паливних елементів мають різну природу, принципи роботи, специфікації, типи палива, умови експлуатації тощо, важко отримати уніфіковане порівняння між цими системами. Один із підходів, який можна застосувати, — порівняти різні системи паливних елементів та мікрогазотурбінні установки (μ-GT) щодо генерації електроенергії, та порівняти різні екологічні впливи. Як показано в таблиці 1, майже в усіх категоріях екологічного впливу паливні елементи є більш екологічно чистими та менш шкідливими для навколишнього середовища порівняно з традиційними системами генерації енергії. Порівняння паливних елементів між собою показало, що MCFC і SOFC є відносно більш екологічно чистими порівняно з PEMFC у більшості категорій. Це може бути зумовлено використанням високоочищеного водню як палива, а також дорогоцінного платинового каталізатора.

**Висновки.** Розробка більш екологічно чистих матеріалів, вдосконалення технологій переробки експлуатація з урахуванням особливостей кожного з типів ПЕ та достатня увага вивченню їх життєвого циклу можуть зменшити загальний вплив паливних елементів на довкілля.

*Kosiak V.,  
10th grade student of the Separated Subdivision "Scientific Lyceum" of Zhytomyr Polytechnic State University  
Scientific supervisors: Savinkov T.,  
teacher of Biology and Chemistry at the Separated Subdivision "Scientific Lyceum" of Zhytomyr Polytechnic  
State University  
Tsyhanenko-Dziubenko I.,  
Biology teacher at the Separated Subdivision "Scientific Lyceum", PhD student, Assistant at the Department of  
Earth Sciences, Head of the Center for Scientific Development of Students and Youth "EcoYouth" at Zhytomyr  
Polytechnic State University  
ke\_miyu@ztu.edu.ua*

**THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF ENVIRONMENTAL PODCAST  
IMPLEMENTATION IN SECONDARY EDUCATION: ADDRESSING WAR-RELATED  
ECOLOGICAL CHALLENGES**

The integration of environmental podcasting in secondary education represents a rapidly evolving field of pedagogical innovation. Recent research demonstrates the growing significance of digital audio content in environmental education, particularly in addressing complex issues such as climate change and ecological restoration.

The fundamental theoretical framework for educational podcasting was established by Thompson & Wilson (2021), who demonstrated that audio-based learning can increase student engagement by up to 45% compared to traditional teaching methods. Their longitudinal study across 15 secondary schools showed that students exposed to educational podcasts demonstrated significantly higher retention rates of complex environmental concepts.

Building on this foundation, Morrison et al. (2022) explored the specific advantages of environmental podcasting in secondary education. Their comprehensive analysis revealed that podcast-based learning particularly excels in conveying multifaceted environmental concepts, allowing students to better understand the interconnections between various ecological processes. The research highlighted how audio narratives can effectively bridge the gap between scientific knowledge and practical understanding.

The pedagogical effectiveness of environmental podcasts was further explored by Anderson & Roberts (2023), who conducted an extensive meta-analysis of digital learning tools in environmental education. Their findings suggest that podcast-based learning is particularly effective when integrated with hands-on activities and project-based assignments. The study emphasized the importance of structured content delivery and interactive elements in maximizing learning outcomes.

In the context of war-related environmental education, Davies & Johnson (2023) provided groundbreaking insights into how digital media can effectively communicate complex environmental challenges resulting from military conflicts. Their research demonstrated that podcast formats are particularly effective in helping students understand the long-term environmental implications of warfare and post-conflict restoration efforts.

The technological aspects of educational podcasting were extensively studied by Chen et al. (2022), who focused on the optimal delivery methods and platform integration strategies. Their research highlighted the importance of accessibility and user experience in educational podcast implementation, particularly noting how different technological approaches can affect student engagement and learning outcomes.

The role of teacher preparation in successful podcast implementation was thoroughly examined by Harrison & Martinez (2023). Their study of 200 secondary school teachers revealed that proper professional development and technical support are crucial for effective integration of podcast-based learning into existing curricula. The researchers emphasized the need for comprehensive teacher training programs focused specifically on digital media integration.

Social aspects of environmental podcast implementation were explored by Williams et al. (2023), who investigated how different demographic groups respond to podcast-based environmental education. Their findings indicated that podcast learning can help bridge socioeconomic gaps in environmental education access, particularly when combined with appropriate support structures and resources.

The effectiveness of environmental podcasts in developing critical thinking skills was demonstrated in the work of Kumar & Smith (2022). Their comparative study showed that students engaged with environmental podcasts demonstrated superior analytical abilities when addressing complex ecological issues compared to those taught through traditional methods alone.

Recent research by O'Brien & colleagues (2023) focused on the long-term impacts of podcast-based environmental education. Their longitudinal study tracked student engagement with environmental issues over a three-year period, revealing sustained increases in environmental awareness and activism among students exposed to regular podcast content.

The integration of environmental podcasts with other digital learning tools was examined by Rodriguez & Lee (2023), who proposed a comprehensive framework for multimedia environmental education. Their research

emphasized the importance of creating synergies between different digital learning platforms while maintaining clear pedagogical objectives.

International perspectives on environmental podcast implementation were provided by Yamamoto & Fischer (2023), who conducted a comparative analysis across different educational systems. Their research highlighted both universal benefits and culture-specific challenges in implementing podcast-based environmental education programs.

This comprehensive body of research suggests that environmental podcasting represents a powerful tool for enhancing environmental education in secondary schools, particularly when addressing complex issues such as war-related environmental impacts and restoration efforts. The literature consistently emphasizes the importance of proper implementation strategies, teacher preparation, and technological infrastructure in ensuring successful outcomes.

*Table 1.*

**Core Components of Environmental Educational Podcasting**

<b>Component</b>	<b>Educational Purpose</b>	<b>Implementation Approach</b>
Content Delivery	Knowledge transfer and concept explanation	Structured episodic format with expert commentary
Interactive Elements	Student engagement and practical application	Discussion prompts and reflection activities
Assessment Integration	Learning outcome evaluation	Project-based and portfolio assessment

*Table 2.*

**Educational Podcast Structure Models**

<b>Model Type</b>	<b>Key Features</b>	<b>Application Context</b>
Narrative Model	Story-based delivery of environmental concepts	Complex ecological relationships
Interview Model	Expert insights and professional perspectives	Scientific and technical topics
Case Study Model	Real-world examples and analysis	Current environmental challenges
Discussion Model	Multiple viewpoint exploration	Controversial environmental issues

*Table 3.*

**Digital Tool Integration Framework**

<b>Tool Category</b>	<b>Educational Function</b>	<b>Implementation Level</b>
Podcast Platforms	Content delivery and access	Core technology
Discussion Forums	Student interaction and reflection	Supporting tool
Digital Resources	Additional learning materials	Supplementary content
Assessment Tools	Learning evaluation	Integrated component

**References:**

1. Demchuk L. I., Patseva I. G., Kireitseva H. V., Kalenska V. P., Tsyganenko-Dziubenko I. Y. A mechanism for ensuring environmental safety in the face of modern challenges and threats. Prospects for sustainable development and ensuring the security of economic systems in the new geostrategic realities : monograph. Košice: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach, 2023. C. 141-151.

2. Zamula, i., Shavurska, o., & Kireitseva, h. (2024). Sustainable development of Ukraine as an innovative approach to its post-war recovery. *Science and innovation*, 20(3), 3–16. <https://doi.org/10.15407/scine20.03.003>

Коротецька Є.С.,  
 здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
 спеціальності 101 «Екологія»  
 Науковий керівник: Максименко Н.В.,  
 д-р геогр. наук, професор, завідувач кафедри екологічного моніторингу і заповідної справи  
 Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
[korotetska2021.9512119@student.karazin.ua](mailto:korotetska2021.9512119@student.karazin.ua)

### ЗЕЛЕНІ САДИБИ ХАРКІВЩИНИ ЯК ПРИКЛАД РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

Садиби зеленого туризму у Харківській області відіграють важливу роль у раціональному використанні природних ресурсів, забезпечуючи сталий розвиток сільських територій через гармонійне поєднання культурних та екологічних практик. Використання природного середовища у цих садибах не тільки буде забезпечувати після війни туристам та місцевим можливість насолоджуватися автентичною атмосферою, а й сприяє збереженню місцевих ландшафтів, видів рослин і тварин та інших природних ресурсів. Наприклад, такі додаткові послуги, як апі-будиночок, виготовлення ягідного вина, лікувальні масажі, та інші, демонструють, як природні ресурси можуть використовуватися для підвищення привабливості туристичних об'єктів, не завдаючи шкоди екосистемі.

Зокрема, використання місцевих ресурсів, таких як мінеральна вода, трави, лісові ягоди, мед, сприяє популяризації локальних продуктів, що має важливе значення для підтримки екологічної рівноваги.

Розбудова садиб для зеленого туризму в Харківській області у післявоєнний час буде відігравати важливу роль у розвитку регіону, надаючи широкий спектр переваг для місцевих громад, туристів та навколишнього середовища. Багато садиб є сімейними підприємствами, які сприяють розвитку малого бізнесу в сільських районах. Це стимулює підприємницьку активність і сприяє диверсифікації економіки регіону, що буде дуже важливо для Харківщини після війни.

Для оцінки структури пропозицій зеленого туризму, а саме садиб як одного із його видів було проведено дослідження ініціатив по Харківській області України. В аналізі приймали участь 4 різних садиб.

Структура пропозицій зелених садиб Харківської області

Назва населено-го пункту	с. Коропове (Харківська область)	с. Чернещина (Харківська область)	с. Ордівка (Харківська область)	С. Зарожне (Харківська область)
Назва садиби	«Зелена садиба»	«Тихий кут»	«Ордівська слобода»	«Тарасова Садиба»
Сайт садиби	<a href="https://zelena-sadyba.com.ua">https://zelena-sadyba.com.ua</a>	<a href="https://tihy-kut.tilda.ws/">https://tihy-kut.tilda.ws/</a>	<a href="https://ordovka.com.ua/kottedj">https://ordovka.com.ua/kottedj</a>	<a href="https://tourcenter.kh.ua/uk/infrastruktura/tarasova-sadiba">https://tourcenter.kh.ua/uk/infrastruktura/tarasova-sadiba</a>
Відстань від залізничної станції	3 км від з/д станції «Коропове»	6 км від з/д станції «Чернещина»	8 км від з/д станції «Ордівка»	11 км від з/д станції «Зарожне»
Відстань від автомагістралі	10 км від автотраси Р28	1 км від автотраси Т1702	14 км від автотраси М18	14 км від автотраси М03
Відстань від обласного центру	50 км	97 км	62 км	12 км
Туристичні об'єкти	1) Національний природний парк «Гомільшанські ліси» (11км від садиби) 2) Катання на байдарках (12 км від садиби) 3) Озеро Борове (20км від садиби)	1) Національний природний парк «Слобожанський» (3 км від садиби) 2) Шарівський палацово – парковий комплекс (20 км від садиби) 3) Співочі тераси (9 км від садиби) 4) Гідрологічний заказник	1) Курган слави (2км від садиби) 2) Щучий ставок (6км від садиби) 3) «Екоферма» (18 км від садиби)	1) Печенізьке водосховище (500м від садиби) 2) Кулаківський заказник (10км від садиби) 3) Природний заповідник «Ковиловий степ» (13 км від садиби)

**Секція № 4 Рациональне використання природних ресурсів**

		«Чернечина» (120м від садиби)		
Додаткові послуги	Відсутні	1) Чан з травами, сосновим гіллям та ялівцем; 2) Шашлик, плов та куліш на замовлення; 3) Кінні екскурсії; 4) Апі-будиночок з бджолами; 5) Ягідне вино власного виробництва, натуральний мед.	1) Чан; 2) Лазня; 3) Лікувальний масаж.	1) Лекції про коней, майстер-класи, їзда на конях, екскурсії по конюшням.
Опис садиби	Будинок з 9 номерами і окремий будиночок для компанії 4-5 осіб. Базу навколо оточує хвойний ліс. Є Мангальна зона, альтанки, ітня кухня з усім посудом, газовими печами, холодильниками.	4 міні будинки, у вартість входить користування альтанкою і мангалом, широкий спектр додаткових послуг. Садиба входить до Всеукраїнської мережі "Українська гостинна садиба"	На території є два котеджі, басейн, банний комплекс, чан, тандир, коптильня і дві альтанки з мангалом. Будинки побудовані в етнічних стилях двох областей Сумської та Івано-Франківської. Є водопровід з мінеральною водою..	Приватна садиба з двох будинків. Перший цегляний будинок має три поверхи, другий дерев'яний одноповерховий має тримісну кімнату та сауну. Найвний Wi-Fi інтернет. На подвір'ї садиби є альтанка та гойдалка.

Отже, зелені садиби, які акцентують увагу на культурних традиціях і особливостях кожного куточка України, сприяють збереженню природних ресурсів, оскільки багато елементів локальної спадщини передбачають помірне використання природних матеріалів та екологічні методи ведення господарства. Наприклад, впровадження майстер-класів з традиційних ремесел із місцевої сировини, таких як гончарство чи плетіння, не вимагає інтенсивного використання ресурсів і підтримує культурне відродження.

Ідея створення «зелених селищ», де кожна садиба адаптує історичні та природні елементи, дозволяє використовувати навколишні ресурси з мінімальним впливом на довкілля. Це може бути досягнуто завдяки використанню екологічних будівельних матеріалів, зокрема глини, дерева, соломи, що характерні для українських традиційних будівель. Такий підхід не тільки створює особливу атмосферу, а й знижує енергозатрати та залежність від сучасних матеріалів, виготовлення яких шкодить екології.

Для зменшення впливу на природні ресурси важливо впроваджувати екологічні технології. Наприклад, встановлення сонячних панелей або систем збору дощової води для садиб знижує потребу в зовнішніх енергоресурсах і сприяє самодостатності. Використання енергоощадних ламп, сортування сміття і переробка органічних відходів також допомагають підтримувати екологічний баланс, який є необхідним для довготривалого розвитку регіону.

Навчання власників садиб екологічному менеджменту та організація освітніх програм для відвідувачів підвищують екологічну свідомість як у громад, так і у туристів. Це можуть бути майстер-класи з раціонального використання природних матеріалів, практичні заняття з органічного землеробства або освітні тури з акцентом на важливість захисту водних та лісових ресурсів.

Використання локальних ресурсів для виготовлення продукції, як-от мед, натуральне вино, трав'яні настої тощо, дає змогу зменшити екологічний вплив транспортування товарів з інших регіонів та підтримати місцеві господарства. Такий підхід підтримує принципи економії ресурсів і допомагає популяризувати екологічно чисті продукти, що також є привабливим для туристів.

З огляду на це, розвиток зелених садиб Харківщини через призму раціонального використання природних ресурсів може стати потужним інструментом не тільки для економічного та культурного зростання регіону, а й для збереження природного багатства, яке залишиться у спадок майбутнім поколінням.

Кравчук-Ободзінська Т.В.,  
асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[ke\\_ktv@ztu.edu.ua](mailto:ke_ktv@ztu.edu.ua)

## РОЛЬ АМАРАНТУ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

Глобальні виклики, пов'язані з продовольчою безпекою, спонукають науковців, агрономів та уряди різних країн звертати увагу на альтернативні культури, які можуть забезпечити стабільність у харчуванні. Однією з таких обнадійливих культур є амарант. Відомий з давніх часів, амарант привертає увагу завдяки своїй здатності адаптуватися до змінних кліматичних умов і забезпечувати високу якість харчування. Його висока поживна цінність, здатність рости на деградованих ґрунтах та витривалість роблять амарант перспективною стратегією для забезпечення продовольчої безпеки в сучасному світі.

Амарант відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки завдяки своїм унікальним харчовим характеристикам, здатності адаптуватися до різних кліматичних умов та потенціалу стати основною культурою для стійкого сільського господарства.

Амарант містить більше білка, ніж більшість злакових культур, включаючи важливі амінокислоти, такі як лізин, яка часто є дефіцитною в багатьох зернових. Це робить його цінним продуктом для збагачення харчування, особливо в регіонах, де населення має обмежений доступ до повноцінного білка. Крім того, його зерно багате на клітковину, залізо, магній, кальцій та фосфор, що забезпечує необхідні мікроелементи для підтримки здоров'я, особливо серед вразливих груп населення.

Амарант вирізняється високою стійкістю до посухи та можливістю вирощування на різних типах ґрунтів, включаючи малородючі та деградовані. Він здатний адаптуватися до умов, які є несприятливими для інших основних продовольчих культур, що робить його перспективним для регіонів з обмеженими водними ресурсами. Його здатність виживати в складних умовах сприяє стабілізації аграрного виробництва в умовах кліматичних змін.

Амарант є рослиною, яка не потребує складного догляду і вимагає мінімальних витрат на обслуговування. Його можна вирощувати без значних витрат на добрива та пестициди, що знижує собівартість продукції і робить її більш доступною для широких верств населення, особливо в країнах, що розвиваються. Культивування амаранту сприяє розвитку місцевої економіки, оскільки його можна вирощувати на малих фермерських господарствах для задоволення місцевих потреб, що підвищує продовольчу автономію.

Амарант можна обробляти в різні форми, такі як борошно, крупи та висівки, що робить його універсальним інгредієнтом у кулінарії. Він може слугувати альтернативою пшениці та кукурудзі для виготовлення хліба, каш, макаронів та інших продуктів. Крім того, амарант є перспективним кормом для тварин, що сприяє стійкості агропродовольчих ланцюгів.

Амарант сприяє збереженню біорізноманіття в агросистемах, де його вирощують. Використання різних видів і сортів цієї рослини допомагає зміцнити екосистемні послуги, зменшити ризики, пов'язані з монокультурами, та підвищити стійкість сільськогосподарських екосистем. Культура амаранту також може запобігати ерозії ґрунтів і покращувати їхню структуру, що є особливо важливим у регіонах із виснаженими або деградованими ґрунтами.

Амарант є перспективною культурою для забезпечення продовольчої безпеки завдяки своїм унікальним харчовим характеристикам, здатності адаптуватися до складних умов та невеликим вимогам до ресурсів. Вирощування амаранту може стати ключовою стратегією для підвищення стійкості продовольчих систем і зміцнення глобальної харчової безпеки. Проте, щоб максимально використати потенціал цього рослини, потрібно забезпечити відповідну інфраструктуру, технологічну підтримку та сприятливу політику для його інтеграції в продовольчі системи різних країн.

Отже, амарант виступає як стратегічна культура з великим потенціалом для зміцнення продовольчої безпеки як на регіональному, так і на глобальному рівнях. Його вирощування та використання можуть зменшити залежність від традиційних зернових, адаптувати сільське господарство до змін клімату та підвищити доступність якісного харчування для різних соціальних верств населення.

### Список використаних джерел

- 1.Palit, P., & Bhattacharya, S. (2012). Amaranth as a potential source of nutritional and economic security for smallholder farmers. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 67(3), 384-393.
- 2.Zhu, F. (2018). Chemical composition and health effects of Amaranth. *Food Chemistry*, 251, 68-85.
- 3.Martirosyan, D. M., & Singh, J. (2015). A new definition of functional food by FFC: What makes a new definition unique. *Functional Foods in Health and Disease*, 5(6), 209-223.
- 4.Романчук Л.Д., Кравчук Т.В. Жирнокислотний та біохімічний склад насіння амаранту залежно від сорту та системи удобрення. *Вісник Сумського національного аграр*

Кулініч С.С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня “доктор філософії”  
спеціальності 101 “Екологія”

Шкоп А.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня “доктор наук”  
спеціальності 161 “Хімічні технології та інженерія”

Босюк А.С.,  
Доктор філософії, старший викладач  
кафедри хімічної техніки та промислової екології,  
Національний технічний університет  
“Харківський політехнічний інститут”  
Alona.Bosiuk@mit.khpi.edu.ua

### ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ЕКОСИСТЕМУ ЧЕРЕЗ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

В умовах зростаючого промислового виробництва і споживання ресурсів питання мінімізації екологічного навантаження стає все більш актуальним. Стічні води промислових підприємств, насичені хімічними та органічними забруднювачами, є одним з основних факторів негативного впливу на екосистеми. Очищення стічних вод дозволяє не тільки запобігти потраплянню шкідливих речовин у природні водойми, але й сприяє збереженню природних ресурсів та екологічного балансу. Завдяки впровадженню сучасних технологій очищення води, промисловість має можливість знизити вплив на довкілля, сприяючи раціональному використанню водних ресурсів і сталому розвитку.

Одними з найбільш забруднених серед промислових стічних вод є стоки гальванічного виробництва. За концентрацією забруднень їх поділяють на дві категорії: концентровані та розведені стоки. Концентровані стоки містять високі рівні забруднюючих речовин, що походять від використаних технологічних розчинів, електролітів, і розчинів з уловлювальних ванн, із концентрацією забруднень від 10 до 400 г/л. Розведені стоки, які утворюються з промивних вод після різних технологічних операцій, мають значно менші концентрації забруднень – від 1 до 100 мг/л [1].

В галузі очищення стічних вод головним пріоритетом є створення та вдосконалення систем водовідведення та очищення, що впроваджують сучасні технології та підходи. Такий підхід може включати впровадження новітніх методів очищення, високий рівень автоматизації процесів, що забезпечує стабільну якість очищеної води, а також можливість її повторного використання у виробництві, що, в свою чергу, забезпечить зниження обсягів забруднення навколишнього середовища, оптимізацію використання водних ресурсів та підвищення екологічної безпеки підприємств.

Одним із напрямів, що дають змогу раціонально організувати процеси очищення, є реалізація сучасних концепцій синтезу хіміко-технологічних систем. Типові схеми очищення стічних вод (рис. 1) охоплюють попереднє очищення фізичними (відстоювання, фільтрація, флоатція), фізико-хімічними (коагуляція), та біологічними (аеробний) методами [2].



Рис. 1 – Комплексний процес очищення стічних вод

Комплексний процес очищення стічних вод передбачає застосування низки послідовних фізико-хімічних методів для досягнення максимальної чистоти води перед її поверненням у природне середовище або повторним використанням у виробництві. Основними етапами є флокуляція, відстоювання, окислення аерацією, коагуляція та фільтрування.

1. Флокуляція – процес, при якому з використанням спеціальних реагентів-флокулянтів дрібні зважені частинки збираються у більші флокули, що полегшує їх подальше осадження та видалення з води.

2. Відстоювання – наступний етап, на якому флокули осідають під дією сили тяжіння. Вода залишається відносно нерухою, що дозволяє осісти важчим часткам, відокремивши їх від очищеної води.

3. Окислення води аерацією – на цьому етапі вода піддається аерації, тобто насиченню киснем, що сприяє окисленню органічних та деяких неорганічних забруднювачів. Це знижує концентрацію шкідливих речовин і сприяє біохімічному розкладанню органічних домішок.

4. Коагуляція – під час цього процесу у воду додаються коагулянти, які взаємодіють із забруднювачами (полютантами) і формують великі частинки (флокули), які осідають або можуть бути видалені іншими методами очищення.

5. Фільтрування – завершальний етап, де вода проходить через фільтри, що затримують залишкові домішки, які не осіли під час відстоювання та коагуляції, що забезпечує досягнення високого ступеня чистоти води перед її подальшим використанням або скидом у природні водойми.

Цей комплексний підхід забезпечує ефективне видалення широкого спектру забруднювачів, що сприяє зниженню навантаження на екосистему та підтримці якості водних ресурсів.

Впровадження новітніх технологій очищення стічних вод та їх повторного використання в межах плану «нуль відходів» може стати ключовим елементом стратегії екологічного менеджменту, який є актуальним на більшості підприємств. Такий підхід забезпечує збереження водних ресурсів, мінімізує забруднення навколишнього середовища та дозволяє значно знизити витрати на очищення. Окрім цього, реалізація концепції «нуль відходів» сприяє ефективнішому використанню ресурсів і стимулює перехід до сталого виробництва, що є важливим кроком до досягнення екологічної стійкості підприємств [3]. Загалом, Міжнародний альянс «Нуль відходів» визначає концепцію «нуль відходів» як збереження всіх ресурсів шляхом відповідального виробництва, споживання, повторного використання та відновлення продукції, упаковки та матеріалів, без їх спалювання або захоронення у ґрунті, водних об'єктах чи повітрі, що усуває ризики для довкілля та здоров'я людини [4]. Таким чином, впровадження плану «нуль відходів» у системах водоочищення не лише забезпечує збереження ресурсів та зменшує забруднення, але й підвищує екологічну стійкість підприємств за рахунок інтеграції відповідального управління відходами.

Створення замкненої системи на промисловому виробництві передбачає впровадження технологій, що дозволяють використовувати ресурси максимально ефективно. У контексті промислового виробництва замкнена система передбачає зменшення або повне усунення відходів, як рідких, так і твердих, шляхом їх обробки та повернення у виробничий цикл (наприклад, повторне використання води). У такій системі відходи одного виробничого процесу стають ресурсом для іншого, що сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. Важливим компонентом замкненого циклу є повторне використання води, енергії та матеріалів у виробничих процесах, що мінімізує споживання свіжих ресурсів, оптимізує витрати та сприяє сталому розвитку підприємства.

Отже, зниження навантаження на екосистему є ключовою умовою для збереження природного балансу та підтримки стійкості довкілля. Використання сучасних технологій, таких як ефективні методи очищення стічних вод, замкнені виробничі системи та підхід «нуль відходів», дозволяє суттєво зменшити обсяги шкідливого впливу та знизити рівень забруднення водних ресурсів. Завдяки впровадженню раціональних методів використання природних ресурсів можна забезпечити не лише екологічну, але й економічну стабільність, сприяючи сталому розвитку підприємств і збереженню екосистем для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел:

1. Босюк А.С., Шестопапов О.В. Аналіз сучасних технологій та методів очистки гальванічних стоків машинобудівних підприємств. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2022. № 4(43). С. 74–78. (Б).
2. Ковальський В. П. Перспективні технології, сучасні реагенти і матеріали для очищення стічних вод / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. О. Постолатій // *Вода в харчовій промисловості* : зб. тез доп. X Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, Одеса, 21–22 березня 2019 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – с. 54–56.
3. Босюк А.С. Ефективна екологізація та сталий розвиток на машинобудівному підприємстві як стратегічний підхід до забезпечення національної безпеки. *Сучасне суспільство: глобальні трансформації*. – Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2024. С. 181–186.
4. Концепція “нуль відходів” - від теорії до практики, [за заг. ред. О. Кравченко] – Львів, 2020, – 36 с.



## БІОТЕХНІЧНІ СПОРУДИ ДЛЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВЕДЕННЯ МИСЛИВСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА «БАРС»

Екологічне та розумне ведення мисливського господарства зараз важко уявити без комплексу біотехнічних заходів, що націлені на відновлення популяцій дичини та поліпшення умов їх існування. Оскільки одним із основних біотехнічних заходів є підгодівля диких тварин необхідно виділити важливість біотехнічних споруд, їх якості, кількості та доступності. Раціональне застосування біотехнічних споруд передбачає пом'якшення впливу господарської діяльності людини на умови існування диких тварин та забезпечення їх кормовою базою у зимовий період.

Проблеми біотехнічних заходів у мисливському господарстві досліджували низка українських науковців. Зокрема, В.Д. Бондаренко в своїх навчальних посібниках "Біотехнія" та "Біотехнічні заходи" досліджує принципи покращення умов проживання мисливських тварин, відтворення видів і оптимізації чисельності популяцій. Праці В.Д. Бондаренка є одними з основоположних у цій галузі, і він приділяє увагу методам регулювання умов існування мисливських тварин у природних та штучних умовах [1].

Також дослідження біотехнічних аспектів мисливського господарства в Україні проводили М.М. Гром, С.І. Ключка, та І.А. Чемерис. Їхні роботи зосереджуються на управлінні мисливськими угіддями та оптимізації чисельності різних видів тварин, а також на вивченні природного середовища і лісової фауни, що має важливе значення для підтримки екологічного балансу в мисливських угіддях [2].

Дослідження таких науковців стали фундаментом для впровадження біотехнічних заходів у мисливському господарстві України, спрямованих на збереження та розмноження мисливських видів, створення захисних насаджень та розведення диких тварин у вольєрах. Над дослідженням проблем ведення мисливського господарства, зокрема здійснення біотехнічних заходів, працювала низка вчених, Делеган І.В. [3], Лебедева Н. І., Петриченко В. В. [4], Хоецький П.Б та інші [5].

Проблема відсутності комплексного аналізу стану біотехнічних споруд у мисливських господарствах є особливо актуальною тому що безпосередньо впливають на чисельність диких тварин та умови їх існування. [6]. Водночас, біотехнічні заходи, такі як створення годівниць, солонців, штучних водойм, потребують постійного моніторингу та модернізації для відповідності сучасним екологічним і технологічним стандартам. Тож, дослідження стану біотехнічних споруд є актуальним і необхідним для вдосконалення управлінських рішень у мисливському господарстві, оптимізації витрат та забезпечення стабільного розвитку екосистем мисливських угідь.

Метою наших досліджень було дослідити доцільність використання біотехнічних споруд для ведення господарства на мисливській базі «Барс».

Мисливські угіддя «Барс» можна вважати повністю придатними для ведення мисливського господарства з урахуванням чисельності козулі, кабана, зайця-русака та іншої дичини. Увага акцентується на біотехнічних заходах для збереження та відтворення ресурсів мисливських тварин на вже досягнутому рівні. Забезпечується належна кормова база та викладка, що є важливою частиною ведення ефективного мисливського господарства. Зимові підгодівлі мисливських тварин, а також збільшення кормових та покращення захисних умов відносяться до другої групи біотехнічних заходів.

Таким чином використання біотехнічних заходів забезпечить збереження та відновлення чисельності популяцій диких тварин і птахів, що підтримує екологічну рівновагу в регіоні та біорізноманіття. Під час проведення досліджень було обстежено місця підгодівлі дичини і встановлено, що завдяки створенню природних і штучних умов (годівниці, солонці, штучні водойми тощо), тварини мають доступ до необхідних ресурсів для виживання, що сприяє їхньому здоров'ю та природному розмноженню. Раціональне використання біотехнічних споруд дозволить скоротити витрати на утримання господарства та забезпечити ефективний розподіл ресурсів, зосереджуючи їх на найбільш пріоритетних заходах. Контроль за чисельністю і поведінкою диких тварин знизить ризик конфліктів між тваринами та людиною, запобігаючи пошкодженням сільськогосподарських угідь і лісових насаджень. Ефективне використання біотехнічних заходів підвищить авторитет мисливського господарства "Барс" як екологічно відповідального та інноваційного підприємства, що залучає більше відвідувачів та інвесторів. Раціональне використання біотехнічних заходів сприятиме довготривалому функціонуванню господарства з урахуванням принципів сталого розвитку та зменшення впливу на навколишнє середовище.

*Ковальчук Ю.В.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»  
Науковий керівник: Кушнірук Т.М.,  
к.с.н., доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
[kuschniruk81@gmail.com](mailto:kuschniruk81@gmail.com)*

## **ТРАНСФОРМАЦІЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН ЯК ПЕРЕДУМОВА ФОРМУВАННЯ РИНКУ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ**

Проведена в Україні земельна реформа, мала своїм головним наслідком соціалізацію землі – її перерозподіл між населенням. При цьому при проведенні реформи було знехтуване значення землі як ресурсу територіального розвитку продуктивних сил та базисного компоненту довкілля, що в сучасних умовах стало причиною виникнення низки кризових явищ економічного та екологічного характеру у землекористуванні, складність вирішення яких істотно ускладнюється відносинами власності.

Регулювання земельних відносин є головним завданням земельного законодавства. Метою цього регулювання є забезпечення права на землю громадян, юридичних осіб, територіальних громад та держави, раціонального використання та охорони земель. Таким чином, виділяються дві основоположні задачі регулювання земельних відносин: по-перше, гарантування прав на землю та, по-друге, забезпечення раціонального та ощадливого землекористування.

Ефективна система державного регулювання земельних відносин може бути вибудована лише у формі комбінації різних типів регулювання, але всі вони повинні мати глибоке теоретико-методологічне обґрунтування та базуватися на відповідних економіко-правових механізмах. Пріоритет також доцільно надавати саме методам ринкового (економічного), а не адміністративного регулювання, адже останні, за своєю сутністю, нівелюють такі фундаментальні основи ринкової економіки як свободу підприємництва та договірних відносин, перешкоджають повноцінній реалізації права власності, спотворюють ринкове ціноутворення тощо.

Аналіз та систематизація положень діючої нормативно-правової бази дозволяє виділити в Україні 20 окремих економічних регуляторів земельних відносин, які за спільністю предмету регулювання можуть бути об'єднані у сім окремих груп.

Економічний механізм регулювання земельних відносин в Україні потребує серйозного переосмислення та напрацювання нової цілісної системи економічних регуляторів, що ефективно вирішуватимуть задачі державної земельної політики в умовах розвинених ринкових відносин, адже більшість існуючих економіко-правових інструментів базуються на застарілій нормативній та методичній базі. Потребують пріоритетної уваги науковців та практиків питання розвитку антимонопольного регулювання земельних відносин, удосконалення платності землекористування, централізації бюджетування у сфері охорони земель, а також європейського та світового досвіду управління земельними відносинами.

Внаслідок неусталеності економіко-правових відносин щодо володіння і користування землями сільськогосподарського призначення, 2015-2020 роки відзначились формуванням в Україні специфічної форми господарювання у аграрній сфері – агрохолдингів. Виникнення агрохолдингів внесло значні корективи в існуючий стан економічної конкуренції у сільській місцевості. Агрохолдинг – це сукупність материнської компанії та контрольованих нею дочірніх компаній, що здійснюють господарську діяльність у сфері виробництва та переробки сільськогосподарської продукції.

Умовно, агрохолдингом можна вважати сукупність поєднаних компаній, що сукупно використовують понад 50 тис. га сільськогосподарських земель. Таких компаній наразі нараховується вже більше 50. Агрохолдинги в Україні, як правило, – це виключно бізнес-проекти, основною метою яких є одержання прибутку та примноження капіталу їхніх засновників. Підтримка і розвиток сільської інфраструктури ніколи не була функцією агрохолдингу, адже засновники чи власники агрохолдингу, як правило, не проживають в місцях ведення агробізнесу і ні вони, ні члени їх сімей не мають наміру користуватися сільською інфраструктурою.

Створення агрохолдингів, з одного боку, є цілком природним наслідком прагнення бізнесу підвищувати власну ефективність за рахунок концентрації ресурсів в умовах глобалізованого аграрного ринку, але, з іншого боку, їх діяльність спричиняє зростання ризику монополізації ринку та обмеження економічної конкуренції, які матимуть своїми наслідками втрату ефективності виробництва та зростання суспільних витрат на виплату монопольної земельної ренти.

*Майкович В.С.,  
здобувач вищої освіти освітньо-наукового рівня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник Адаменко Я.О.,  
д.т.н., проф., завідувач кафедри екології,  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
yarad1964@gmail.com*

## **ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИЙ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РІЧОК КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

В результаті проведених досліджень, нами було встановлено, що питомі потенційні гідроенергетичні ресурси перебувають в прямо пропорційній залежності від висоти місцевості, тобто валовий гідроенергетичний потенціал звичайно збільшується з збільшенням розмірів ріки.

В цілому територія Івано-Франківщини є не менше привабливою, ніж Закарпаття, з точки зору кількісних і якісних характеристик гідроенергетичного потенціалу. Кращі показники притаманні річкам басейну Прута, це пояснюється тим, що район розташований в найбільш високій частині північно-східного схилу Карпатського регіону.

Встановлено, що для Карпатського регіону екологічно безпечним буде улаштування малих, мікро-, та міні ГЕС потужністю до 5 МВт. Одним з чинників вибору екологічно безпечних перспективних ділянок розміщення МГЕС стало визначення і оцінка гідроенергетичного потенціалу в межах основних басейнових систем регіону усіх малих рік (довжиною більше 10 км).

Нашими науковими дослідженнями встановлено, що метою збереження екологічної безпеки в ріці необхідно залишати в незмінному природному стані витрату, яка дорівнює ґрунтовому живленню (в розрахунках за цю величину була прийнята мінімальна середньомісячна витрата маловодного року). Таким чином, всі екологічно безпечні МГЕС Карпатського регіону, повинні проектуватись як такі, які не зможуть використати в повному об'ємі витрату води з метою збереження біорізноманіття. Доцільно об'єднання декількох МГЕС в каскад.

Пропонуємо ввести для користування показник техногенно-екологічно безпечного гідроенергетичного потенціалу. Це частина гідроенергоресурсів, яку можна використати у найближчій перспективі за умов збереження екологічної безпеки та при мінімальному техногенному ризику, який підлягає управлінню.

Виходячи з аналізу гідроекологічного потенціалу, екологічно безпечна складова потенційних гідроенергетичних ресурсів була обґрунтована на рівні 15%. Ця величина для Карпатського регіону складає 4,5 млрд. кВт-год. за рік, тобто на сьогоднішній день загальна потужність екологічно безпечних МГЕС, для яких ми вирішували задачу вибору перспективних ділянок складає понад 500 тис.кВт. Межа техногенно-екологічно безпечної потужності МГЕС в розмірі 500 тис.кВт залишає достатньо простору в регіоні для впровадження інших нетрадиційних джерел енергії.

Нами була узагальнена вся наявна інформація щодо гідроенергетичних ресурсів Карпатського регіону з детальним аналізом проектних розробок, що існували, та оцінкою гідроенергетичного використання рік в минулому.

Сприятливими за геологічними умовами для спорудження МГЕС слід вважати ділянки, де виходять на поверхню стійкі породи Карпатського регіону. Потенційними ділянками слід вважати місця виходу на поверхню відкладів з потужними прошарками стійких порід. Проблемними ділянками слід вважати всі решта, що складені найбільш нестійкими породами. Чим більше насичена досліджувана ділянка екзогенними геологічними процесами і чим більшу схильність до активізації вони проявляють, тим більш проблемним буде розташування на цій території МГЕС за інших однакових умов.

Крім того додатково аналізувались повздовжні профілі основних рік, вибір падав на ділянки різкої зміни повздовжнього профілю з стійким збільшенням часткового нахилу (в межах середньої та нижньої течії рік). Приймалась до уваги близькість розміщення населених пунктів, які стануть потенційними споживачами енергії, при цьому більша за потужністю МГЕС відповідає місцям з більшою концентрацією споживачів. До того ж приєднання МГЕС до енергосистеми рентабельно на відстані 2-5 км.

Таким чином комплексний вплив перерахованих чинників дозволив визначити перспективні ділянки для розміщення малих, міні-, мікро- ГЕС в межах Карпатського регіону. Більш перспективними будуть ділянки, де кількість стоку буде більшою на менших абсолютних висотах. Чим менше буде змінюватись об'єм води в ріках з року в рік, тим більш стабільною буде робота МГЕС. Більш привабливою для розміщення МГЕС буде ріка з меншою амплітудою коливання стоку на протязі року.

*Опанасюк В.О.,  
здобувачка вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Герасимчук Л.О.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[Gerasim4uk@ukr.net](mailto:Gerasim4uk@ukr.net)*

#### **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «ЛАБРАДОРИТ»**

В адміністративному відношенні Кам'янобрідське родовище лабрадориту розташоване в 0,5 км на захід від с. Кам'яний брід Коростишівського району Житомирської області.

Гідрографічна сітка родовища відноситься до басейну р. Бистрійка. Напрямок течії р. Бистрійка зумовлений нахилом місцевості на схід. Найкоротша відстань від ділянки р. Бистрійка 26 м. Річка має ширину в середньому 5,0 – 8,0 м, а глибину – до 1,5 м.

ТОВ «Лабрадорит» розробляє Кам'янобрідське родовище лабрадоритів з 1998 року.

Спеціальний дозвіл на користування надрами з метою видобування лабрадориту, придатного для виробництва блоків Кам'янобрідського родовища отриманий 02.01.2014 № 3591. Термін дії – 20 років, до 29.01.2033р.

У геологічній будові Кам'янобрідського родовища приймають участь кристалічні породи середнього протерозою і перекриваюча їх кора вивітрювання мезо – кайнозойського віку.

Кристалічні породи родовища представлені лабрадоритами, серед яких присутня невелика кількість габро – лабрадоритів; однією свердловиною серед лабрадоритів було виявлене олівінові габро.

Лабрадорити представляють собою крупнозернисті, інколи порфіро видні породи від світло- до темно – сірого кольору. За текстурними особливостями це масивні монолітні породи. Окремості в лабрадоритах пластоподібні і паралеліпедовидні. Структура породи в основному панідіоморфнозерниста, місцями – офітова.

Верхня частина кристалічних порід зазнала вивітрювання. Глибина і ступінь вивітрювання кристалічних порід нерівномірна як по площі так і у глибину, що зумовлено мінливістю речовинного складу порід на родовищі і вибірковістю вивітрювання, а також різним ступенем тріщинуватості, вздовж яких вивітрювання проявляється більш інтенсивно. Однак, загальна закономірність зменшення ступеня вивітрювання з глибиною є переважаючою.

Корисна копалина Кам'янобрідського родовища лабрадоритів представлена сірими, різних відтінків, крупнозернистими лабрадоритами.

В якісному відношенні корисна копалина представлена невивітреними лабрадоритами.

Мінеральний склад лабрадоритів: плагіоклаз – 84-97 %, піроксен – 0-8 %, олівін – 0-3 %, рогова обманка – 0-3 %, біотит – 0-3 %, хлорит – сл.-5 %, карбонат – 0-сл., серпентин – 0-сл., апатит – 0-сл., рудний мінерал – 0-3 %, кварц – 0-25 %, калієвий польовий шпат – 0-25 %, серицит – 0-5 %, сфен – 0-сл.

Планом розвитку гірничих робіт на 2023 рік було передбачено проведення добувних робіт на 1-му, 2-му та 3-му добувних уступах. Напрями вибоїв вибрані таким чином, щоб в процесі виколування блоків використати природну тріщинуватість лабрадориту. Річна потужність кар'єра в щільному тілі – 15000 тис. м<sup>3</sup>, по блоках – 2715 м<sup>3</sup> (при запланованому виході блоків 18,1 %).

Враховуючи гірничо-геологічні умови залягання незміненого лабрадориту та розкривних порід, їх фізико-механічні властивості, виробничу потужність кар'єра, а також досвід експлуатації кар'єрів по видобуванню блочного каменю в Житомирській області, передбачено використання суцільної поздовжньо-поперечної, однобортної системи розробки. При цьому фронт робіт буде ступеневим, тобто розділеним на окремі вибої, що розташовані з випередженням один до одного. Довжина кожного вибою залежить від відстані між вертикальними тріщинами і відповідно до правил безпеки приймається 10 м на одного робітника. Виїмка корисної копалини виконується горизонтальними шарами, заходки поздовжні та поперечні. Розробка незміненого лабрадориту, що використовується для виробництва блоків, проводиться без використання вибухових речовин.

Технологічна схема добувних робіт передбачає: одержання блоків в одну або дві стадії. При одно стадійній схемі – відділення блоків від масиву виконується безпосередньо в забої. При двох стадійній схемі – передбачається відокремлення від масиву монолітів, перевертання їх на підшву уступу і розділення на блоки потрібних розмірів. Вибір схеми одержання блоків визначається характером тріщинуватості масиву. Висота добувного уступу дорівнює 6,0 м, підступу 3,0 м. Висота підступів визначається також характером тріщинуватості масиву.

Заходи по охороні надр розроблені відповідно з Гірничим законом України [1] і Кодексом про надра [3] і забезпечують високу ступінь видобування корисної копалини, охорону прилеглих до родовища площ від шкідливого впливу гірничих робіт, а також виконання всіх нормативних вимог з охорони надр.

Головними вимогами в частині охорони надр для гірничих робіт зв'язаних із промисловим видобутком блочного каменю, є:

- забезпечення повного комплексного геологічного вивчення надр;
- дотримання встановленого порядку надання надр у користування;
- недопущення самовільного користування надрами;
- запобігання шкідливого впливу робіт, пов'язаних із використанням надр;
- охорона родовища від затоплення, обводнення і інших чинників, що знижують промислову цінність родовища або ускладнюють його розробку;
- відновлення порушених гірничими роботами земель.

На кар'єрі наявна вся необхідна дозвільна документація:

- спеціальний дозвіл на господарську діяльність;
- спеціальний дозвіл на видобування корисної копалини;
- геологічний звіт про проведені геологорозвідувальні роботи і протокол затвердження запасів;
- робочі проекти промислового видобування, ОБНС, відводу і рекультивації земельної ділянки;
- дозвіл на виконання робіт підвищеної безпеки;
- план розвитку гірничих робіт;
- ліміти на викиди і використання відходів;
- гірничий і земельний відводи.

Заходами по охороні навколишнього природного середовища передбачається:

- охорона земель та відновлення порушених земель;
- охорона поверхневих та підземних вод;
- оцінка впливу на рослинний, тваринний світ та заповідні об'єкти;
- оцінка впливу на навколишнє техногенне середовище;
- оцінка впливу потенційної надзвичайної екологічної ситуації, аварійних ситуацій.

Основний шкідливий вплив на оточуюче середовище на кар'єрі здійснюють гірничі роботи, працюючі машини та механізми, автомобільний транспорт.

В процесі ведення гірничих робіт буде мати місце забруднення атмосфери за рахунок пилоутворення і викидів токсичних газів. Основними джерелами пилоутворення являються кар'єрні дороги та вибої.

На кар'єрі розроблені наступні заходи з охорони навколишнього середовища:

- забезпечення нормативних концентрацій шкідливих речовин в атмосфері під час роботи механізмів і автотранспорту в кар'єрі;
- забезпечення нормативних концентрацій шкідливих речовин у воді та очищення кар'єрних вод;
- забезпечення нормативних вимог щодо шуму;
- запобігання забруднення підземних вод;
- створення після закінчення розробки кар'єру площ, придатних під лісонасадження і водойму, що створять сприятливий вплив на навколишнє середовище;
- раціональне використання земель за рахунок повної виїмки розвіданих запасів;
- безаварійна експлуатація та отримання в належному стані відстійників, проїздів, території промислового майданчика в цілому;
- складування та зберігання відходів, своєчасне їх вивезення, поводження з відходами відповідно до закону України «Про відходи»;
- контроль за забрудненням атмосфери на джерелах викидів і на межі санітарно-захисної зони;
- зрошення кар'єрних доріг в теплий період року;
- періодична ревзія і ремонт всіх запірних механізмів ємностей, де зберігаються паливно-мастильні матеріали;
- побутові відходи адмін приміщення відвозити спеціальним автотранспортом;
- мийку автотранспортних засобів проводити на спеціально обладнаному майданчику.

ТОВ «Лабрадорит» регулярно і в повному обсязі здійснює платежі за користування надрами та сплачує екологічний збір.

#### Список використаної літератури

1. Гірничий закон України: Закон України від 06.10.1999 № 1127-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1127-14>.
2. План розвитку гірничих робіт на 2023 рік на Кам'янобрідському родовищі лабрадоритів.
3. Про надра: Кодекс України; Закон, Кодекс від 27.07.1994 № 132/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-вр>.

Реун І. А.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
Науковий керівник Скиба Г. В.,  
к. т. н доц. доцент кафедри наук про Землю,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
nz2\_ria@student.ztu.edu.ua

## ДРІБНОДИСПЕРСНІ ВІДХОДИ КАМЕНЕОБРОБКИ НА ЖИТОМИРЩИНІ: ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

Актуальність проблеми зумовлена унікальним геологічним потенціалом Житомирської області, яка має 156 родовищ облицювально-декоративного камення та розташована в межах Українського щита з неглибоким заляганням кристалічних порід докембрійського віку. Основними джерелами утворення дрібнодисперсних відходів (пульпи) є підприємства з видобутку та переробки облицювального каменю, що формують значні обсяги відходів пульпи у воді. Масштаби утворення пульпи на Житомирщині обумовлені високою концентрацією гірничодобувних підприємств, що підтверджується наданням 84 спеціальних дозволів на користування надрами та загальною площею розробки близько 660 га. Така ситуація створює додаткове навантаження на навколишнє середовище та потребує впровадження сучасних природоохоронних технологій [1].

Екологічні наслідки утворення інертних відходів при видобутку та обробці природного каменю на Житомирщині проявляються у комплексній деградації природних систем: порушенні природного ландшафту через формування териконів та звалищ, зміні гідрогеологічного режиму території внаслідок погіршення водопроникності ґрунтів, що перешкоджає відновленню водоносних горизонтів та розвитку рослинності, а також негативному впливі на здоров'я населення через наявність у відходах дрібнодисперсних частинок з вмістом кристалічного кремнезему, що становить ризик розвитку легеневих захворювань [2].

Наявні технології утилізації пульпи потребують модернізації та впровадження інноваційних методів переробки з можливістю вторинного використання компонентів. На Житомирщині впроваджується системний підхід до вирішення проблеми накопичення промислових відходів каменеобробки через створення КП "Еко-Сервіс", якому виділено 15,5 га земельної ділянки біля м. Коростишів для організації комплексної переробки відходів за двома напрямками: виробництво щебеню з кам'яної обрізи та буту (до 40 000 тис. тонн щорічно) та виготовлення термоблоків з використанням пульпи, що потребує значних капіталовкладень у будівництво та облаштування полігону, включаючи створення спеціальної інфраструктури та встановлення технологічного обладнання.

Економічні збитки від накопичення пульпи включають втрати земельних ресурсів, витрати на утримання пульпосховищ та зниження інвестиційної привабливості регіону. Для вирішення проблеми, потрібно використовувати і міжнародний досвід, який демонструє ефективність комплексного підходу до вирішення проблем, включає технологічну модернізацію, економічне стимулювання та посилення екологічного контролю. Також варто зазначити, що стимулювання підприємств каменеобробної та гірничо-видобувної галузі у використанні циркуляційної економіки, буде створювати позитивні ефекти, як на навколишнє середовище, так і на економіку підприємств.

Проблема утилізації пульпи в Житомирській області є складною та багатогранною, але вирішуваною. Для ефективного вирішення цієї проблеми необхідно комплексне втручання на рівні держави, регіону та підприємств. Важливо поєднувати зусилля в напрямку технологічної модернізації, зміцнення нормативно-правової бази, залучення інвестицій та підвищення екологічної свідомості всіх учасників виробничого процесу. Тільки за таких умов можна досягти значного покращення екологічної ситуації в регіоні та забезпечити сталий розвиток каменеобробної галузі.

Список використаних джерел:

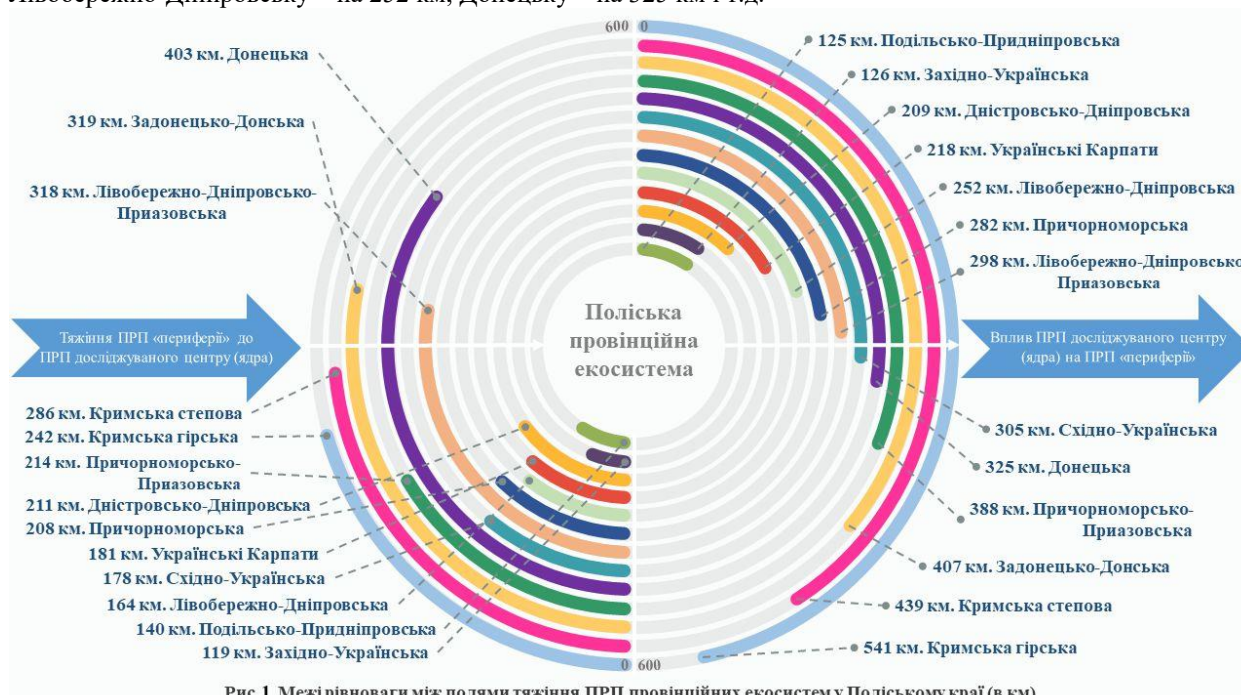
1. Нестеровський, В., Деревська, К., & Руденко. Проблеми та шляхи оптимізації використання відходів облицювального камення в Україні. Сучасні технології та особливості видобутку, обробки і використання природного камення: матеріали XI Міжн. наук.-практ. конф., м. Київ, 04-05 листопада 2021 р. Київ, 2021. С. 39-40. URL: <http://surl.li/oxfumj>
2. Палій О., Пацева І., Кірейцева Г., Циганенко-Дзюбенко І. Використання відходів гірничо-видобувної галузі, як альтернативної сировини у будівництві. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. №1. С. 27–35.
3. Шамрай В.І., Мельник-Шамрай В.В., Темченко А.Г., Махно А.М., Ігнатюк Р.М. Дослідження якісних властивостей відходів каменевидабування та каменеобробки з метою їх використання як сировини для виготовлення геополімерного бетону. Технічна інженерія. 2023. Вип. 1(91). С. 385–397.

## ГРАВІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПРОВІНЦІЙНИХ ЕКОСИСТЕМ УКРАЇНИ

Природно-ресурсний потенціал (ПРП) екосистем розглядається як сукупна продуктивність їх природних ресурсів – засобів виробництва і предметів споживання, що виражається в їх суспільній споживній вартості. Переоцінений нами станом на 01.01.2022р. ПРП екосистем України включає мінеральні, водні, земельні, лісові, фауністичні, природні рекреаційні ресурси.

Одним з перспективних підходів екосистемного аналізу, що дозволяє з'ясувати наявні та приховані взаємозв'язки між ПРП провінційних екосистем України, є використання його так званих «гравітаційних моделей». Ці моделі описуються рівнянням залежності тяжіння між двома тілами, виходячи з їх маси та відстані між ними. Для кількісної оцінки меж рівноваги між полями тяжіння ПРП провінційних екосистем України пропонуємо взяти за основу «гравітаційну формулу» Вільяма Джона Рейлі, в якій за «масу» приймається величина природно-ресурсного потенціалу екосистем (у цінах 2015-2021р.р.), а відстанню є віддалю між геометричними центрами цих екосистем [1;2].

Реалізація запропонованого підходу дозволила нам встановити межі рівноваги, «точки розриву», «граничні лінії між зонами впливу» ПРП чотирнадцятьох провінційних екосистем України. Відзначимо таку особливість рис.1, що характеризує відстань, на яку ПРП так званих «периферійних» провінційних екосистем впливає на ПРП «центральної» (оцінюваної екосистеми). Так, наприклад, ПРП Західно-Української екосистеми має вплив на ПРП «центральної» (оцінюваної) Поліської екосистеми на відстані у 119 км, Подільсько-Придніпровської на Поліську – на відстані 140 км, Лівобережно-Дніпровської на Поліську – на відстані уже в 164 км, а Донецької на Поліську – уже на 403 км і т.д. У той же час ПРП взятої за приклад «центральної» Поліської екосистеми має таку силу впливу на ПРП провінційних екосистем (див. рис.1): на Західно-Українську – на 126 км, Подільсько-Придніпровську – на 125 км, Лівобережно-Дніпровську – на 252 км, Донецьку – на 325 км і т.д.



Таким чином, «гравітаційні моделі» ПРП екосистем дозволяють встановлювати «граничні лінії» у їх взаємодії між собою, визначати межі рівноваги між зонами впливу природно-антропогенних комплексів, що вкрай важливо для збалансування природокористування в Україні.

### Список використаних джерел

1. Reilly W.J. The law of retail gravitation. New York: Knickerbocker Press. 1931. 75 p.
2. Reilly, William J. Methods for the Study of Retail Relationships. Austin, Texas: Bureau of Labor Research. 1929. 50 p.

*Рудковська О.М.,  
здобувач вищої освіти першого освітнього ступеня спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Бедункова О.О., д.б.н., професор, професор кафедри екології,  
технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства  
Національний університет водного господарства та природокористування  
rudkovska\_az21@nuwm.edu.ua*

## **СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ ЕВТРОФІКАЦІЇ ОЗЕР ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ**

Озерні водойми на території північно-західної частини Українського Полісся належать до числа важливих компонентів природного комплексу. Займаючи важливе місце в регіональному природному комплексі, озера регулюють поверхневий та підземний стік, відчутно впливають на мікрокліматичні умови і диференціацію ґрунтових відмінностей. Одночасно вони є складними нагромаджуваними системами, в яких багаторазово повторюються і в той же час отримують суто індивідуальні риси геоморфологічні, гідрологічні, гідрохімічні і біологічні взаємозв'язки. У зв'язку з цим їх вивчення має неабияке теоретичне і практичне значення. Метою наших досліджень був аналіз вивченості питання евтрофікації озер північно-західної частини Українського Полісся на основі існуючих наукових робіт, визначення основних напрямків досліджень та виявлення недосліджених аспектів. Згадки про озера нашого краю вперше з'являються ще в Геродота (V ст. до н.е.), пізніше – в літописних джерелах Київської Русі. Детальні ж дослідження водойм розпочали польські вчені в другій половині XVII ст., коли проектувався та споруджувався Дніпро-Бузький канал. Систематичне вивчення Поліської низовини почалося в кінці XIX ст. західною експедицією під керівництвом І.І. Жилінського. У XX ст. вивчення озер доповнили вчені НДІ України, які тривають і по сьогодні. Найбільш вивченою є група Шацьких озер. Так, наприклад для 11 озер Турійського району Волинської області Шевчуком М.Й. та Сергушко О.Г. (2016 р.) було відстежено зміни їх екологічного стану впродовж 80 років під впливом антропогенної евтрофікації. Янко Н.В., Станкевич В.В. та Коваль Н.М. (2014 р.) приводять дані ретроспективного аналізу (1985-2010 рр.) результатів дослідження якості води оз. Світязь Шацького національного природного парку за найбільш інформативними показниками ступеня евтрофії водойми: фосфору загального, біохімічного споживання кисню, завислих речовин. Фесюк В., Полянський С. та Копитюк Т. (2022 р.) аналізують чинники, що впливають на евтрофікацію Турійського озера засобом геоecологічного моніторингу з використанням ДЗЗ. 22. Назарук К. М., Хамар І. С. (2022 р.) досліджують структуру зоопланктону озера Пісочне Шацького національного природного парку з відстеженням процесів поступової евтрофікації під впливом антропогенних факторів, що зазнає озеро та відмічають зникнення індикаторних видів оліготрофних водойм і посилення розвитку видів-індикаторів евтрофікації. Рябцева Г.П., Цветова О.В., Тураєва О.В. та Хомик Н.В. (2009 р.) проводять моніторинг біогенних компонентів води озер Шацького національного природного парку та з'ясовують їх визначальний вплив на прояв евтрофікаційних процесів. Лойчик А.І. та Чижевська Л.Т. (2020 р.) розглядаючи екологічний стан озера Біле Володимирецького району Рівненської області наголошують про загрозу рекреаційної діяльності на посилення евтрофікаційних процесів. Решта доступних нам наукових робіт, які вивчають сучасний стан оз. Біле також присвячені аналізу його рекреаційного значення: Гопчак І.В., Яковишина М.С. (2019 р.), Шукель І.В. (2011 р.); або ж вивчають окремі угруповання чи природні комплекси території заплави озера: Гроховська, Ю. Р., Володимирець В. О., Кононцев С. В. (2013 р.), Волкова О., Беляєв В., Карапіш В. (2010 р.). Цікавими виявляються роботи Клименко, О.М., Петрук А.М. (2011 р.) та Петрук А.М. (2013 р.), які висвітлюють результати загального екологічного стану води озера, які дозволяють порівнювати сучасний екологічний статус об'єкта з його минулим станом. Однак, у літературі майже не зустрічається висвітлення результатів щодо безпосереднього вивчення вмісту біогенних речовин у воді озера та відстеження проявів евтрофікації у цьому унікальному природному водному об'єкті. Аналіз наявних наукових робіт показав, що більшість авторів зосереджуються на ретроспективному аналізі змін екологічного стану водойм, зокрема, впливу антропогенних факторів на їх евтрофікацію. Значна увага приділяється вивченню гідрохімічних показників (наприклад, загальний вміст фосфору, біохімічне споживання кисню) та моніторингу біогенних компонентів у воді. Іншим значним напрямком є вивчення впливу рекреаційної діяльності на стан водойм. Проте, менше уваги приділено питанням безпосереднього вивчення вмісту біогенних речовин у воді озер, зокрема їх динаміки протягом року та впливу на різні компоненти водних екосистем. В літературі також практично відсутні дослідження, які б систематично аналізували комплексний вплив різних факторів (гідрологічних, кліматичних, антропогенних) на екосистеми озер.

Таким чином, хоча багато аспектів евтрофікації озер північно-західної частини Українського Полісся були детально вивчені, залишається потреба в подальшому дослідженні динаміки біогенних речовин, а також комплексному підході до оцінки стану цих водойм, що дозволить ефективніше впроваджувати заходи для їх збереження.



## ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ БІОЧАРУ ОТРИМАНОГО З ВІДПРАЦЬОВАНОЇ КАВОВОЇ ГУЩІ ШЛЯХОМ ТРАДИЦІЙНОГО ПІРОЛІЗУ ТА МІКРОХВИЛЬОВОГО ОПРОМІНЕННЯ

Нераціональне використання природних ресурсів людиною призводить до накопичення відходів, які не підлягають належній переробці або утилізації, одним з них є харчові відходи, їх накопичення на полігонах чи сміттєзвалищах призводить до збільшення викидів парникових газів в атмосферне повітря, тому їх ефективна та економічно вигідна переробка є актуальною проблемою. До харчових відходів відноситься відпрацьована кавова гуща, яка накопичується в великих об'ємах через збільшення споживання кави в світі та Україні. За статистичними даними Міжнародної організації кави від 2021 року, за період з 2019 по 2020 рік світове виробництво кави становило 20 трильйонів кг, цей показник збільшився на 0,1% в 2022-2023 році, за період 2023-2024 рік підвищення споживання збільшилось до 2,2%.

Використання відпрацьованої кавової гущі в якості вторинної сировини не є чимось новим та недослідженим, але його переробка в біочар, наприклад, шляхом традиційного піролізу є затратним з економічної точки зору, що обмежую його використання для промислових масштабів. Біочар – це пористий, твердий, аморфний та багатий на вуглець залишок після піролізу біомаси, який є схожим на деревне вугілля, але з більшою питомою поверхнею, вищою ароматичністю, різноманітністю функціональних груп, та має в своєму складі водень, кисень, азот, сірку та золу. Пошук альтернативних та більше економічно вигідних технологій отримання біочару є однією із задач цього дослідження, а саме, порівняти хімічний склад біочарів отриманих традиційним піролізом за температур 300°C та 500°C та зразків, що підлягали мікрохвильовому опроміненню.

Біочар отриманий методом піролізу проводили в трубчастій печі з безперервною продувкою газом азоту зі швидкістю 30 мл/хв (швидкість нагріву - 15°C/хв). Зразки сировини витримували при 300°C та 500°C протягом 30 хвилин. При мікрохвильовому опроміненні використовували звичайну кухонну мікрохвильову піч Веко потужністю НВЧ 800 Вт, в якій протягом 15 хвилин відбувався піроліз за температури 230 °С, деіонізовану воду та відпрацьовану кавову гущу поміщали в корпус реактора при бажаному співвідношенні біомаси до води (1:2). В таблиці 1 наведені результати хімічного складу сировини та зразків біочару.

**Таблиця 1.** Результати визначення хімічного складу сировини та зразків біочару

Біомаса	Білок, (%)	Ліпіди, (%)	Геміцелюлози, (%)	Целюлоза, (%)	Лігнін, (%)	Зола, (%)
Кавова гуща (сировина)	11.2	15.4	19.1	8.6	24.3	1.2
Зразки, отримані піролізом сировини						
Біочар-300	5.6	7.5	10.7	20.3	29.3	6.3
Біочар-500	1.4	2.3	6.7	27.7	31.9	8.9
Зразки, отримані мікрохвильовим опроміненням сировини						
Біочар-МХ	2.7	3.8	8.5	25,2	33.5	6.1

За результатами визначення хімічного складу сировини та біочару, отриманих піролізом та мікрохвильовим опроміненням, зі збільшенням температури піролізу збільшується доля лігніну та золи. У біополімерному складі біочару, який отримано з використанням мікрохвильового опромінення зростає доля целюлози. Отриманий біочар є альтернативою активованому вугіллю та може використовуватися в широкому спектрі процесів, наприклад, в якості добавки при анаеробному зброджуванні харчових відходів для отримання біогазу, а саме збільшенню виходу біогазу, або як добавка при процесі компостування для покращення параметрів характеристик отриманого біогумусу.

*Мишілюк І. І.,  
здобувачка вищої освіти ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Жук А. В.,  
д.б.н., доц., доцент кафедри екології та біомоніторингу,  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича  
myshiliuk.iryana@chnu.edu.ua*

## **ЗАХОДИ З ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД**

Зелено-блакитна інфраструктура міста є одним із важливих планувально-просторових елементів сучасних урбоєкосистем, який дає змогу підтримувати оптимальні для населення параметри довкілля. Сучасні урбанізаційні процеси, особливо характерні для великих міст, призводять до значного ущільнення забудови, незаконного вирубування деревних масивів під житлову забудову та розширення транспортної мережі, що негативно впливає на екологічний стан міського середовища та здоров'я населення (Кузик, 2017). Основні напрями вирішення цих проблем в Україні лише формуються. Проте, можна виділити кілька основних.

Першим напрямом постає інвентаризація та облік наявних зелених насаджень у громадах з оцінкою якісного та вікового складу. Кількісний аналіз дозволить визначити їх частку в загальній площі громади та оцінити потенціал для розширення зеленої інфраструктури. Розроблення плану розвитку зеленої інфраструктури вимагає комплексного підходу, який враховує не лише кількісні показники зелених зон, але й їхній просторовий розподіл, демографічні особливості громади, кліматичні та інші екологічні чинники. Наприклад, озеленення громадських просторів у місцях скупчення людей (школи, лікарні, офісні центри) матиме більший соціальний ефект.

Другим важливим напрямом можна визначити створення мережі зелених коридорів, що з'єднують парки, сквери, лісопарки та інші зелені осередки. Така конфігурація сприяє підвищенню біорізноманіття завдяки розширенню набору екосистемних послуг, зокрема, забезпечуючи міграційні коридори для видів, покращуючи локальний мікроклімат та зменшуючи антропогенний тиск на довкілля. Важливим завданням є підтримка вже існуючих зелених лінійних насаджень у громадах, адже доглянуті вікові масиви гарно забезпечують надання екосистемних послуг. Для їх якісної підтримки потрібно вдало підібрати методи обрізки дерев і чагарників, забезпечити ефективну боротьбу зі шкідниками та видами-інвайдерами, а також організувати регулярний полив, підживлення й мульчування ґрунту, що сприятиме збереженню вологи та поліпшенню його структури. Паралельно зі збереженням існуючих насаджень необхідно проводити роботи з відновлення та розширення зелених зон, насамперед, шляхом висаджування аборигенних видів рослин, які є найбільш адаптованими до локальних кліматичних умов та екосистем, що забезпечує їхню стійкість до хвороб та шкідників і мінімізує потребу в подальшому догляді (Максименко, 2016).

Третій важливий напрям охоплює розширення інфраструктури для затримання та фільтрації води. Це комплекс заходів, спрямованих на збереження та поліпшення якості водних ресурсів шляхом будівництва та модернізації споруд, які затримують і очищають воду. Такі системи знижують ризики підтоплення і допомагають боротися з ерозією ґрунтів. До прикладу такими спорудами можуть слугувати гаті, системи збору дощових вод (дощові бочки, проникні поверхні), біоплато, різні споруди для очищення вод (Царик та ін., 2022).

Четвертим напрямом розвитку зеленої інфраструктури є перехід до сталого управління зеленими зонами за допомогою систем моніторингу. Застосування сучасних технологій, таких як дрони, датчики та системи прогнозування погоди, дозволяє здійснювати детальний моніторинг стану зелених насаджень, оперативно виявляти проблеми та розробляти ефективні стратегії управління. Це забезпечує оптимальне використання ресурсів та сприяє довготривалому збереженню зелених зон. Моніторингові системи також покликані забезпечити інформування громадськості, що сприяє прозорості та залученню мешканців до вирішення проблем зелених зон.

Ще одним пріоритетним напрямом розвитку зеленої інфраструктури є участь громадськості у процесах просторового планування. Залучення громадян та місцевих суб'єктів дає можливість урахувати їхні знання під час прийняття рішень, які можуть бути втрачені у випадку ігнорування внеску громадськості. Це сприяє створенню зелених зон, які не лише відповідають екологічним вимогам, але й задовольняють соціальні та культурні потреби мешканців. Крім того, активна участь громадськості підвищує рівень задоволеності населення результатами реалізованих проєктів та зміцнює довіру до місцевої влади.

Розвиток зеленої інфраструктури повинен базуватися на концепції природоорієнтованих рішень. Цей

підхід передбачає використання природних процесів та елементів для вирішення екологічних, соціальних і економічних проблем (Jones et al., 2022). Багато рішень щодо планування зелених просторів ініціюються у відповідь на окремі проблеми, такі як поверхневі повені, незадовільна якість повітря або висока температура повітря під час спеки. Створення зелених зон, парків та скверів, використання природних матеріалів у будівництві, а також інтеграція природних елементів у міське середовище сприяють підвищенню фізичної та психічної активності населення, покращенню соціальної взаємодії та створенню більш комфортного міського середовища. Інвестиції у зелені інфраструктурні проекти можуть приносити довгострокову економічну віддачу за рахунок зниження витрат на обслуговування інфраструктури, покращення здоров'я населення та підвищення привабливості території.

Однією з переваг зеленої інфраструктури над традиційними технічними інженерними рішеннями міських проблем, а також ключовою метою природоорієнтованих рішень, є їхня багатофункціональність. Тобто ті самі насадження, що очищують повітря від забруднень, також забезпечують прохолоду та тінь у спекотні дні, сприяють перехопленню та інфільтрації опадів у ґрунт, зменшуючи поверхневий стік, слугують притулком та джерелом живлення для комах і птахів, а також позитивно впливають на здоров'я та добробут міських мешканців. Таким чином, розуміння набору екосистемних послуг, які може надавати конкретний тип зеленої інфраструктури, дозволяє ефективніше розробляти та впроваджувати управлінські рішення для вирішення конкретних проблем, враховуючи потреби міських жителів.

Отже, реалізація зазначених напрямів розвитку зеленої інфраструктури вимагає комплексного підходу, що поєднує наукові дослідження, планування, інженерні рішення та активну участь громадськості. Інвестування в зелені інфраструктурні проекти є стратегічно важливим кроком для забезпечення стійкого розвитку міст та підвищення якості життя їхніх мешканців. Синергія екологічних, соціальних та економічних вигод від розвитку зеленої інфраструктури робить її одним із найперспективніших інструментів для створення здорових, комфортних та стійких міських середовищ.

#### Список літератури:

1. Кузик І. До проблеми сталого функціонування комплексної зеленої зони міста Тернополя. *Вісник Тернопільського відділу Українського географічного товариства*. №1(1). 2017. С. 38–42.
2. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування, як підґрунтя управлінських рішень про надання екосистемних послуг. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2016. № 45. С. 153–158.
3. Царик Л. П., Кузик І. Р., Янковська Л. В. Водні об'єкти міста Тернопіль: гідрографія, екологічний стан та водопостачання. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. Вип. 37. 2022. С. 22–36.
4. Jones, L., Anderson, S., Læssøe, J., Banzhaf, E., Jensen, A., Bird, D. N. et al. A typology for urban green infrastructure to guide multifunctional planning of nature-based solutions. *Nature-Based Solutions*. 2022. № 2. 100041.

*Купріяшкіна Олена, аспірант  
Одеський національний технологічний університет  
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Крусір Галина, д.т.н., професор;  
University of Applied Sciences und Arts Northwestern Switzerland;  
Одеський національний технологічний університет  
[lenakupe@ukr.net](mailto:lenakupe@ukr.net)*

## **ПЕРСПЕКТИВИ БІОРЕМЕДІАЦІЇ ЩОДО ОЧИЩЕННЯ НАФТОМІСНИХ СТІЧНИХ ВОД ІММОБІЛІЗОВАНИМИ МІКРООРГАНІЗМАМИ**

Нафта є одним з основних енергетичних ресурсів сучасної промисловості у всьому світі. У процесі видобутку, транспортування, зберігання та використання нафти часто відбувається її витік через неналежні заходи безпеки та аварії, що призводить до утворення великої кількості нафтовмісних стічних вод та забруднення навколишнього середовища. Тому існує нагальна потреба у застосуванні ефективної стратегії утилізації нафтовмісних стічних вод. Нафтове забруднення стало глобальною проблемою в промислово розвинених країнах та країнах, що розвиваються. Це один з найнебезпечніших факторів забруднення, відомих на сьогоднішній день. Воно може становити загрозу для навколишнього середовища. [1]

Останні кілька років стрімко зростає застосування біотехнологічних процесів за участю мікроорганізмів з метою вирішення проблем із забруднення навколишнього середовища. Дослідники довели, що біологічна методологія відрізняється універсальністю, високою стабільністю, широким застосуванням у різних сферах, економічністю та ефективністю для рекультивациі нафтових забруднень. Одним з ключових моментів біоремедіації є підтримання високої біомаси бактеріальних популяцій. [2] Для покращення виживання та утримання агентів біоремедіації на забруднених ділянках бактеріальні клітини необхідно іммобілізувати. Іммобілізовані клітини широко використовуються в очищенні стічних вод та біоремедіації забруднення через довший термін експлуатації та підвищену стабільність і виживання клітин.

Використання іммобілізованих клітин було досліджено як альтернативну технологію для екологічних застосувань. Ці біокатализатори можуть запропонувати можливість більш широкого та економічного використання в промисловості, переробці відходів, медицині, а також у розробці біопроцесів та пристроїв моніторингу, таких як біосенсори .

Використовується багато різних форм іммобілізації клітин, включаючи адсорбцію, ковалентне зв'язування, захоплення та інкапсуляцію. Серед цих методів широко досліджувався метод захоплення. Біоремедіація нафти та нафтопродуктів у стічних водах з використанням іммобілізованих клітин вивчається рідко. [3,4] Дослідниками встановлено, що висока ефективність іммобілізації клітин на іммобілізаційному матеріалі та висока спорідненість між гідрофобним іммобілізаційним матеріалом та субстратами спричинили відмінну деградацію. Підвищення доступності субстратів для клітин і краща взаємодія між субстратами та іммобілізованими клітинами синергічно призвели до збільшення швидкості деградації . [5]

У деяких дослідженнях було показано, що здатність іммобілізованих клітин переносити складні умови підвищується, головним чином, за рахунок посилення модифікацій клітинної мембрани. [6] У деяких випадках мікробний метаболізм нафтових вуглеводнів може призводити до утворення токсичних метаболітів, таких як нафтеніві кислоти, які можуть перешкоджати подальшій біодеградації через свою токсичність, що пригнічує мікробний метаболізм .

Але враховуючи вище зазначене, досягнення в галузі генної інженерії можуть ще більше підвищити ефективність мікроорганізмів для виконання конкретних завдань. [7,8] Поєднання покращеного мікробного метаболізму з перевагами іммобілізації, такими як підвищена метаболічна активність, підвищена стабільність плазмід, захист від стресів і токсичності навколишнього середовища, що спостерігається в дослідженнях біореакторів, може оптимізувати ефективність застосування екологічних інокулятив у навколишньому середовищі. [9,10,11] Простота зберігання, транспортування та застосування інкапсульованих клітин надає додаткові переваги для комерційних цілей, з використанням існуючого механічного обладнання. Функції біобезпеки, які обмежують забруднення і утворення біоаерозолів, є важливими вимогами для здоров'я населення та навколишнього середовища. Екологічне застосування мікробних інокулятив буде менш шкідливим для довкілля, ніж хімічна обробка або фізичне видалення ґрунту чи води за межами майданчика, і може забезпечити зниження витрат, якщо буде доведена його ефективність.

Застосування технології іммобілізації мікроорганізмів для очищення нафтовмісних стічних вод знаходиться на попередніх стадіях, але результати, отримані на сьогоднішній день, є багатообіцяючими. Необхідно провести додаткові дослідження, щоб встановити потенційну ефективність технології

імобілізації для використання в навколишнього середовища, особливо у сферах виживання мікроорганізмів, розмноження, транспортування та здатності мінералізувати різні забруднювачів у різних ґрунтових системах.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Yang, T.; Qiao, B.; Li, G.-C.; Yang, Q.-Y. Improving performance of dynamic membrane assisted by electrocoagulation for treatment of oily wastewater: Effect of electrolytic conditions. *Desalination* **2015**, *363*, 134–143, DOI: 10.1016/j.desal.2015.01.010;
2. Tebyanian H., Hassanshahian M., Kariminik A. Hexadecane-degradation by *Teskumurella* and *Stenotrophomonas* strains isolated from hydrocarbon contaminated soils. *Jundishapur J. Microbiol.* 2013;26(7):82–91.
3. Hassanshahian M., Ahmadinejad M., Tebyanian H., Kariminik A. Isolation and characterization of alkane degrading bacteria from petroleum reservoir waste water in Iran (Kerman and Tehran provenances). *Mar. Pollut. Bull.* 2013;73(1):300–305. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.05.002.
4. Ghanavati H., Emtiazi G., Hassanshahian M. Synergism effects of phenol-degrading yeast and ammonia-oxidizing bacteria for nitrification in coke wastewater of Esfahan Steel Company. *Waste Manag. Res.* 2008;26(2):203–208. doi: 10.1177/0734242X07079874. Cassidy M.B., Lee H., Trevors J.T. Immobilized microbial cells: a review. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 1996;16:79–101.
5. Scott C.H. Immobilized cells: a review of recent literature. *Enzyme Microb. Technol.* 1987;9:66–79. doi: 10.1016/0141-0229(87)90145-1.
6. Margaritis A., Merchant F.J. Advances in ethanol production using immobilized cell systems. *Crit. Rev. Biotechnol.* 1984;2:339–393.
7. Lu M., Zhang Z., Qiao W., Wei X., Guan Y., Ma Q., Guan Y. Remediation of petroleum-contaminated soil after composting by sequential treatment with Fenton-like oxidation and biodegradation. *Bioresour. Technol.* 2010;101(7):2106–2113. doi: 10.1016/j.biortech.2009.11.002.
8. Wilson N.G., Bradley G. Enhanced degradation of petroleum (slovene diesel) in an aqueous system by immobilized pseudomonas fluorescens. *J. Appl. Microbiol.* 1996;80:99–104.
9. Mu, P.; Zhang, Z.; Bai, W.; He, J.; Sun, H.; Zhu, Z.; Liang, W.; Li, A. Superwetting Monolithic Hollow-Carbon-Nanotubes Aerogels with Hierarchically Nanoporous Structure for Efficient Solar Steam Generation. *Adv. Energy Mater.* **2019**, *9*, 1802158, DOI: 10.1002/aenm.201802158
10. Chouchene, A.; Jeguirim, M.; Trouvé, G.; Favre-Reguillon, A.; Le Buzit, G. Combined process for the treatment of olive oil mill wastewater: Absorption on sawdust and combustion of the impregnated sawdust. *Bioresour. Technol.* **2010**, *101*, 6962–6971, DOI: 10.1016/j.biortech.2010.04.017
11. Chen, L. H.; Ma, J. Z.; Luo, X. F. Degrading of petroleum c-ontaminated soil by injected mixed oildegradation bacterial strains. *J. Central South University* **2012**, *43*, 4581–4589

## КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ КОМУНІКАЦІЙ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ

Концептуальна модель комунікацій екологічного управління є сукупністю взаємопов'язаних понять, системний опис процесів комунікації. Це включає множину понять, можливих зв'язків між ними, що дозволяє розробити схематичну модель взаємозв'язків ключових чинників для можливих рішень проблеми. Концептуальна модель наочно описує структуру модельованої предметної області і зв'язки між її елементами. Передумовою створення моделі є аналіз факторів впливу та закономірностей їх об'єднання в логічну схему. Перший крок в побудові концептуальної моделі комунікацій екологічного управління передбачає зв'язок між об'єктом, предметом та контекстом дослідження, а саме визначити сукупність зовнішніх умов існування об'єкта і факторів, що на нього впливають [1].

При дослідженні процесу комунікацій екологічного управління в якості контексту можуть виступати характеристики системи комунікацій. Комунікації екологічного управління є об'єктом дослідження [2].

Концептуальна модель характеризує сукупність процесів, що змінюють за проміжок часу  $T$  стан стейкхолдера, який є відправником та одержувачем інформації  $X=\{x(t)\}$  і  $Y=\{y(t)\}$ , де  $t \in T$ . Для проектів екологічного управління вихід системи  $y(t)$  є результатом комунікативного процесу, тобто новим станом стейкхолдера як одержувача інформації. В цьому випадку  $y(t)$  є результатом деякого перетворення  $F$  процесу  $x(t)$ , тобто  $y(t)=F(x(t))$ , то модель передбачає, що це перетворення невідоме. Комунікаційний зв'язок між стейкхолдерами може виражатися у письмовій, усній, електронній формі.

Найпростіша логічна структура концептуальної моделі комунікацій екологічного управління представлена на рис.1 [2].



рис.1. Логічна структура концептуальної моделі комунікацій екологічного управління

На зміну стану стейкхолдера від джерела до одержувача інформації здійснюють вплив як керовані  $u(t)$ , так і некеровані  $v(t)$  впливи  $x(t)=\{u(t),v(t)\}$ . Некерованими впливами системи комунікацій можуть бути зовнішні чинники, такі як законодавчі, фінансові, структурні та інформаційні аспекти впливу на комунікації екологічного управління, яким в самому проекті керувати неможливо. Постійні зміни нормативно-правової бази в природоохоронній діяльності, нестабільна платоспроможність учасників, часта змінюваність структурної складової чи зміни поінформованості учасників мають стохастичний вплив на систему комунікацій. Зворотній зв'язок в системі призначений для змін процесу з метою покращення взаємодії між учасниками та залучення нових елементів.

Отже, концептуальна модель комунікацій екологічного управління передбачає визначення характеристик системи комунікацій в таких проектах та встановлення закономірностей зв'язку окремих чинників процесу.

### Список використаних джерел:

- Robinson S. Conceptual modelling: who needs it? // SCS M&S Magazine. – 2010. – № 2. – P. 7.
- Ткаченко В.А., Лебідь І.Г., Лисак Р.С., Хрутьба А.С. Вибір методу управління комунікаціями в проектах. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Київ, 2020. Вип. 1(46). С. 174-182

*Петренко Д.О.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технологія захисту навколишнього середовища»  
Войналович І.М.,  
викладач кафедри екології та природоохоронних технологій  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **ПРИНЦИП ІНВЕСТУВАННЯ ПО ВІДНОВЛЕННЮ ЕКОСИСТЕМ ПІСЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ ЖИТОМИРЩИНИ**

За 2,5 роки повномасштабного вторгнення росії в Україну активісти Центру екологічних ініціатив “Екодія” нарахували більше сотні злочинів проти довкілля, які вчинили війська рф. Вони руйнують нафтобази, бомблять підприємства і заводи, випалюють ліси, розстрілюють атомні енергоблоки. Згідно із Женевською конвенцією це є частиною воєнних злочинів. Які наслідки це матиме для довкілля, як можна фіксувати такі військові злочини та як відновлювати природу після війни — пояснює кандидатка економічних наук, доцентка кафедри екології Національного університету “Киево-Могилянська академія” Олена Маслюківська.

Із усіх видів людської діяльності війна найгірше впливає на довкілля: з одного боку військові дії негативно позначаються на довколишньому середовищі, а з іншого — ресурси, що йдуть на війну, могли б витратитися на збереження довкілля або на ресурс-ефективні технології. Тому за умов відкритих бойових дій слід розрізнити прямі і непрямі впливи, а також втрачені можливості. Є країни, які на 90% залежать від нашого зерна. Є країни, що залежать від російських добрив, на які зараз накладені санкції. До прямих впливів належать вибухи, які руйнують екосистему. Тим більш російсько-українська війна проходить навесні, коли тварини прокидаються, птахи повертаються, а все живе готується мати потомство. Руйнування середовища існування і шумове забруднення місць їхнього проживання негативно впливає на перебіг сезону розмноження. Ба більше, пряме потрапляння снарядів та забруднення обгорілою військовою технікою повністю руйнує екосистему. Усі набой, які розриваються, горіння неметалевих деталей військової техніки забруднюють ґрунти та воду важкими металами і токсичними елементами. Не говорячи вже про тони металобрухту, які розкидані по лісопосадках. При горінні техніки, мастила, дизелю і бензину також забруднюється повітря. Крім того, ворог спеціально бомбить нафтобази і газопроводи, промислові підприємства. Наприклад, 21 березня російські війська обстріляли ПАТ “Суміхімпром”, внаслідок чого стався витік аміаку в повітря. Крім того, в Україні більше 1000 складів небезпечних речовин і якщо випадково чи навмисно туди потраплять бомби, може відбутися забруднення повітря, водойм, ґрунтів, тощо. Коли внаслідок військової діяльності руйнуються міста, також страждає довкілля.

Непрямі наслідки бойових дій на довкілля виникають не від пожеж чи розриву снарядів, а, скажімо, від знеструмлення шахти, з якої треба відкачувати воду. Без електроенергії не працюють насоси і шахта затоплюється разом із токсичними та радіоактивними відходами, які можуть проникати у ґрунтові води. Ця проблема була актуальною на Донбасі ще з 2014 року. Її ніяк не можна було вирішити, а зараз ситуація загострюється. Іншим прикладом непрямого впливу є неконтрольовані викиди неочищених відходів підприємств у воду чи атмосферу. Зараз у зв'язку з воєнним станом держава тимчасово це не контролює. Хотілося б вірити, що усі українці чесні й відповідальні. Втім бувають недобросовісні підприємці та й очікую, що на війну спишуться і чимало екологічних правопорушень, скоєних до 24 лютого, наприклад, вирубки лісів. Кошти, які в державі планували витратити на енергоефективність, зелену економіку, відновні джерела енергії, створення нових заповідників, збереження видів, зараз витрачають на військові дії. Власне, це і є втрачені можливості. Влітку 2021 року Україна прийняла добровільне зобов'язання по скороченню викидів парникових газів. Втім, війна все змінила і поки незрозуміло в який бік. Бо зараз горить техніка, міста і підприємства, внаслідок чого виділяється багато парникових газів, але й багато заводів на Сході зруйновані і ще довго не працюватимуть, не викидаючи у атмосферу вуглекислий газ.

На глобальному рівні на два важливі аспекти: харчову безпеку та політику щодо змін клімату. Через військові дії українські фермери не можуть засіяти частину полів у східних та південних областях, що позначиться на кількості зернових, яку ми зможемо експортувати восени. Є країни, які на 90% залежать від нашого зерна. Є країни, що залежать від російських добрив, на які зараз накладені санкції. Ланцюжки постачання складно швидко переорієнтувати, тому ця війна матиме глобальні продовольчі наслідки.

Зараз Україна вимагає щоб Європейський союз наклав ембарго на вуглеводні і вже три Балтійські країни відмовилися від імпорту російських нафти і газу. Загалом, Європа на 40% залежна від російського газу і на 28% від нафти. Від цього залежить робота великих підприємств, тому чим більша країна, наприклад Німеччина, тим їй складніше відмовитися від російських вуглеводнів.

А тому багато країн Європи все активніше говорять про зелені технології і відновні джерела енергії. Наприклад, у рамках Європейської політики “Європейський зелений курс” до 2050 року Європу планували перетворити на кліматично нейтральний континент. Тепер можна очікувати як більш амбітних цілей, так і рух у зворотному напрямку. Наприклад, може бути призупинене закриття вугільних шахт, яких багато в Німеччині і Польщі. За умов ембарго на російську нафту і газ, коли кожна країна думатиме, як її забезпечити громадян теплом та електрикою, можливо, вугільні підприємства працюватимуть довше. Війна в Україні однозначно вплине на плани європейських країн. Втім, наразі ми не знаємо який напрямок оберуть їхні уряди і народи.

Не зважаючи на те, що війна продовжується, вже зараз виникла необхідність планувати відновлення країни. Очевидно, що різні регіони матимуть різні потреби для відбудови. Проте, на загальнодержавному рівні основні засади повоєнного життя мають бути спільними для всіх. Відбудова скрадатиметься з багатьох кроків і має максимально охоплювати планування на коротко-, середньо- та довгострокову перспективи. Ми пропонуємо основні принципи для зеленої післявоєнної відбудови, які б забезпечили сталій розвиток економіки та громад: сталі та системні рішення; прозорість, участь громад та громадськості у прийнятті рішень; використання найкращих доступних технологій та практик; Зелене відновлення України – це стале відновлення, яке відбувається з використанням найкращих доступних технологій та практик. Перед Україною стоять масштабні та важливі задачі: відновлення критичної інфраструктури, забезпечення енергетичної безпеки країни, вже прискорена подальша імплементація законодавства ЄС боротьба зі зміною клімату та адаптація до неї тощо. Для того, щоб це забезпечити, уся нова інфраструктура має сприяти відмові від викопного палива, а відновлення міст, сільських територій та їхніх громад має відбуватися з врахуванням соціальних, економічних та екологічних факторів. Одна з ініціатив, до якої я була залучена, за сприяння Глобального договору ООН, працює з бізнесом. На початку війни українські і закордонні бізнеси запитували, як невійськово можна допомогти Україні, крім направлення коштів на харчування і ліки. Ба більше, вони хотіли робити щось для довкілля. Ми зрозуміли, що насамперед Україна має мати системну картину на рівні уряду: хто які наслідки має ліквідувати і за які гроші. Очевидно, дороги, мости, відновлення електромереж і водопостачання держава має робити централізовано за кредитні кошти або за рахунок допомоги інших країн. Якщо йдеться про прибирання у Ірпені чи Бучі, то можна організувати толоки, де будуть задіяні волонтери без додаткового фінансування. Втім, якщо треба буде розчистити річку, у якій затонули відходи, наприклад техніка, будуть потрібні водолази. Це можуть фінансувати компанії. Бізнеси також можуть допомогти у відновленні природоохоронних екопарків з тваринами, адже у держави ще довго не дійдуть до цього руки. Будь-які тимчасові, невідкладні задачі мають підкріплюватися планами довгострокового розвитку. Україна, в особі відповідальних органів, у час післявоєнного відновлення повинна орієнтуватися на сталі та системні рішення, які мають:

1) базуватися на довгостроковому баченні, що повинне стати фундаментом для майбутнього зростання та модернізації (Україна поступово повертається до життя на територіях, де відновився контроль української влади. Тимчасові рішення (“швидко, дешево, але якісно”) є важливими в контексті відновлення життєдіяльності міста чи громади, проте вони не повинні перетворюватися на постійні. Ми повинні планувати відновлення України ефективно, щоб якісно відновити життєдіяльність країни на довготривалій період. Системні рішення для сталого розвитку України повинні бути “якісними, ефективними та довгостроковими”).

2) зберігати баланс, що закладений у принципах сталого розвитку “Економіка + Довкілля + Суспільство”, де дії та заходи мають мультисекторальні вигоди;

Економічний розвиток – це важлива складова у частині розвитку будь-якої країни, проте для комфортного та якісного життя потрібно завжди пам’ятати про необхідність балансу економіки з безпекою довкілля та потребами суспільства. Тому у частині відновлення життєдіяльності міст, сільських територій та їх громад відповідальні органи повинні знаходити цей баланс. Найкращий міжнародний досвід відбудови міст після масштабного руйнування свідчить, що лише інтегрований підхід за принципами сталого розвитку може відновити добробут населення, соціальне та культурне життя.

Процес відновлення Житомирщини повинен орієнтуватися на удосконаленні міського планування, яке ґрунтувалося б на принципах сталого розвитку: розвиток сталої мобільності; дотримання компактності та багатофункціональності у містоплануванні; перехід на «зелену» енергетику у містах; вирішення проблем озеленення міст та пріоритетність природо орієнтованим рішенням; розбудова системи моніторингу якості повітря та запобігання його забрудненню; розбудова систем водопостачання та водовідведення у населених пунктах з урахуванням найкращих доступних технологій; прискорене підвищення енергоефективності.

В основі планування міст має бути людина та її потреби, а громадські простори мають бути безпечними, доступними та комфортними для кожного, що можливо за умови дотримання таких заходів.



*Kozii Ye.S.*  
*Candidate of Geol. Sci.*  
*Associate Professor of Department of Geology*  
*and Mineral Prospecting*  
*Dnipro University of Technology*  
*Associate Professor of Department of*  
*Civil Engineering, Construction Technologies*  
*and Environmental Protection*  
*Dnipro State Agrarian and Economic University*  
*kozyi.es@gmail.com*

#### DISTRIBUTION OF GERMANIUM CONCENTRATIONS IN THE COAL SEAM C<sub>4</sub> OF THE SAMARSKA MINE FIELD

The Samarska mine field is located within the boundaries of the Pavlohrad-Petropavlivka coal mining area of Western Donbas. According to the administrative division, the mine field is located in the Pavlohrad district of the Dnipropetrovsk region, east of the Pavlohrad city. In geological and structural terms, the mine field is limited to the southern slope of the Dnipro-Donetsk Depression, in the contact zone with the Ukrainian Crystalline Shield and extends along the southwestern edge of the Dnipro-Donetsk Depression in the southern part of the Central Graben.

The research carried out is particularly relevant to the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated July 16, 2021 "On stimulating the search, extraction and enrichment of minerals that are of strategic importance for the sustainable development and defense capability of the state" and Decree of the President of Ukraine No. 306/2021, which introduces this decision is in effect. In these documents, germanium ores are included in the list of strategic importance for the sustainable development and defense capability of the state.

Previously, toxic and potentially toxic elements were mainly studied in coal seams of various geological and industrial areas of Donbas [1-3]. In works [4-6], the main regularities of the distribution of germanium over the area and in the cross-section of some coal seams of the Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial district of Donbas were considered.

On the diagram of the germanium distribution (Fig. 1) in the coal of the seam, it is clearly visible that its distribution is significantly different from the Gaussian or lognormal distribution.

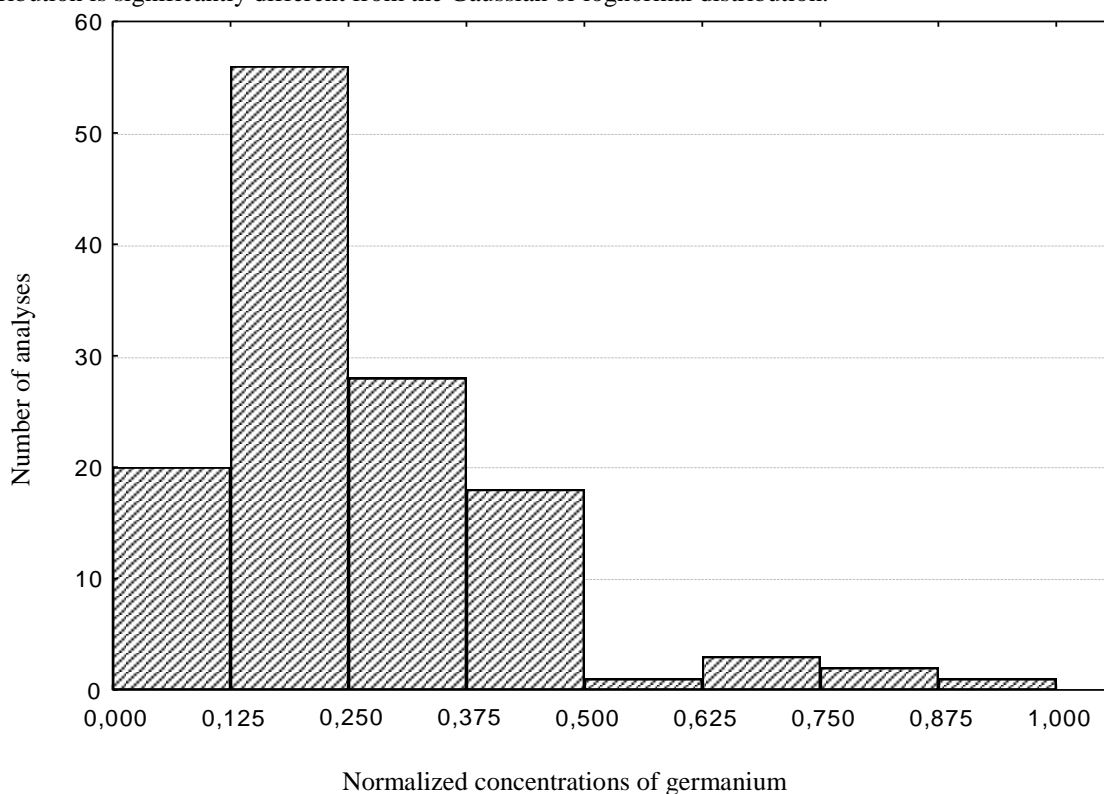


Fig. 1 Histogram of the distribution of normalized concentrations of germanium in the coal seam c<sub>4</sub> of the Samarska mine field

The visual analysis is confirmed by analytical calculations of Shapiro-Wilk criteria, Pearson chi-square agreement, Kolmogorov-Smirnov and Lilliefors. In all cases, the results of the calculations confirmed the non-compliance of the sample with the normal or lognormal distribution law. Thus, for a more realistic assessment of the central tendency of the germanium content, instead of the values of the arithmetic mean, it is necessary to use the median value of the indicator. Some bimodality of the general nature of the distribution of germanium also draws attention. This may indicate the presence of at least two different main factors that could significantly affect its distribution in the coal seam.

Within the field of the Samarska mine, the concentration of germanium in seam  $c_4$  varies from 1.3 g/t to 23.5 g/t. The arithmetic average value of germanium content in the seam is  $7.3 \pm 0.3$  g/t, the median value is 6.3 g/t, the modal value is 6.7 g/t, the standard deviation is 3.7 g/t, the variance is 13.7 g/t, excess – 4.1 g/t, and asymmetry – 1.7 g/t.

As for the areas of the seam with reduced germanium concentration values (Fig. 1), it is necessary to note two features characteristic of them. First of all, all such areas are characterized by a simple structure and an increase in the total thickness of the formation, and hence an increase in the contribution to its thickness of the actual coal seams up to 100%. Secondly, from a tectonic point of view, a feature for the vast majority of these areas is the presence of small-amplitude discontinuous faults of the northeast trend.

An abnormally high content of germanium is observed only in areas of the formation where there is a combination of two features of its structure: a general decrease in the power of the actual coal layers (with a simple structure - a decrease in the total power, with a complex one - an increase in the number and/or power of partings) and the presence of small and small-amplitude tectonic disturbances, zones of increased fracturing in the north-western direction.

Abnormally low concentrations of germanium are observed in the areas of the seam where the simple structure of the seam (with a general increase in its thickness) and the presence of small and small-amplitude tectonic disturbances, zones of increased fracturing of the northeast trend are simultaneously observed.

#### References

1. Ishkov V.V., Kozii Ye.S. (2020). Some features of beryllium distribution in the  $k_5$  coal seam of the "Kapitalna" mine of the Krasnoarmiyskiy geological and industrial district of Donbas. Odesa National University Herald. Geography and Geology. Vol. 25, No. 1(36), P. 214-227. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.1\(36\).205180](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.1(36).205180)
2. Kozii Ye.S. (2021). Arsenic, mercury, fluorine and beryllium in the  $c_1$  coal seam of the Blahodatna mine of Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area of Western Donbas. Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics", No 159. pp. 58-68. <https://doi.org/10.15407/geotm2021.159.058>
3. Ishkov V., Kozii Ye. (2020). Distribution of mercury in coal seam  $c_7^H$  of Pavlohradaska mine field. Scientific Papers of DONNTU Series: "The Mining and Geology". No. 1(23)-2(24). P. 26-33. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3\(23\)-4\(24\)-26-33](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3(23)-4(24)-26-33)
4. Ішков В.В., Козій Є.С., Чернобук О.І., Хоменко В.Л. (2022). Результати кластеризації ділянок різної потужності вугільного пласта  $c_{10}^B$  шахти «Дніпровська» за вмістом германію. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна». 1(27)-2(28). С. 107-115. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1\(27\)-2\(28\)-107-115](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1(27)-2(28)-107-115)
5. Ішков В.В., Козій Є.С., Козар М.А., Чернобук О.І. (2022). Розподіл германію у вугільному пласті  $c_4$  шахти «Самарська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. Вісник Одеського національного університету. Сер.: Географічні та геологічні науки. Т. 27, вип. 2(41), С. 190-206. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2\(41\).268761](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2022.2(41).268761)
6. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I., Pashchenko P.S. (2022). The relationship of germanium concentrations and the thickness of the  $c_8^H$  coal seam of the Dniprovaska coal mine. Collection of scientific works "Geotechnical Mechanics". No.162. pp. 165-177.

**СПРИЯННЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ ТА КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ЗВО**

Белан В. Ю.,  
доктор філософії у галузі освіти,  
старший викладач кафедри екології та  
технологій захисту навколишнього середовища  
Національного транспортного університету,  
Київ, Україна  
[vladyslavbelan91@gmail.com](mailto:vladyslavbelan91@gmail.com)

**ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ  
СТУДЕНТІВ ЕКОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ НА ПРИКЛАДІ НАЦІОНАЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

**Анотація.** У статті репрезентовано можливості дистанційної освіти для здійснення професійної підготовки студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» на прикладі Національного транспортного університету. В даній статті аналізувалися можливості використання різних методів, підходів та інструментів для викладання дисциплін, що пов'язані з обробкою екологічної інформації в умовах змішаного навчання. Показано, що платформи, призначені для дистанційного навчання, на зразок Moodle, дуже зручні для студентів і викладачів як безпосередньо для навчання, так і для оцінювання. Водночас доведена недоцільність повного переходу на дистанційну форму освіти в професійній підготовці майбутніх фахівців спеціальностей і спеціалізацій захисту та збереження навколишнього середовища, оскільки дистанційні навчальні платформи неспроможні в повній мірі забезпечити достатні умови тренування та професійного вдосконалення студентів. Для ефективного переходу на дистанційну форму освіти необхідна висока мотивація студентського і професорсько-викладацького складу, а також ефективна робота в команді. Крім того, потрібні додаткові дослідження особливостей впровадження й застосовування дистанційної освіти, зокрема у змішаній формі, враховуючи специфіку конкретних закладів освіти, місцевих освітянських традицій тощо.

*Ключові слова:* дистанційне навчання; змішане навчання; екологія; технології захисту навколишнього середовища, платформа Moodle, анкетування.

Інформаційне суспільство ХХІ ст. формує нові вимоги до вмінь та знань людини у ХХІ ст. Завдання освіти полягає не у відтворенні готових знань, а у формуванні готовності до дій у різноманітних ситуаціях на основі аналізу існуючої інформації. Підготовка сучасного фахівця передбачає формування високого рівня знань у галузі сучасних інформаційних систем і технологій, вмінь їх раціонального використання, а також практичних навичок ефективного використання сучасних інформаційних технологій у процесі здійснення професійної діяльності.

Вміння працювати з інформацією, її пошук із застосуванням відповідних джерел, обробка та використання для прийняття обґрунтованих рішень є невід'ємною вимогою для забезпечення захисту та збереження довкілля. Конституція України надає право кожному громадянину на вільний доступ до відомостей про стан довкілля. Отже, згідно з положеннями Основного закону, інформування населення країни є гарантією такого доступу [1].

Інформацією про стан навколишнього природного середовища (екологічною інформацією) за визначенням закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [2] є будь-яка інформація в письмовій, аудіовізуальній, електронній чи іншій матеріальній формі про стан довкілля, його об'єкти та рівні їх забруднення; біологічне різноманіття та його компоненти, джерела, фактори, матеріали, речовини, продукцію, енергію, фізичні фактори загрози виникнення і причини надзвичайних екологічних ситуацій тощо. Екологічна інформація є водночас необхідним джерелом знань, важливим надбанням, передумовою та запорукою ефективності впровадження завдань збереження навколишнього природного середовища. Визначальними при регулюванні відносин у сфері екологічного інформування є Закони України «Про інформацію» [3], «Про доступ до публічної інформації» [4], які розглядають екологічне інформування через призму права на інформацію, закріплюючи обов'язок державних органів щодо пошуку, отримання, зберігання та поширення відомостей про стан довкілля.

У різних ВУЗах України перелік дисциплін, які вивчаються в рамках освітніх програм з екології та технологій захисту навколишнього середовища, може відрізнятися. При цьому обов'язково будуть присутні екологічні дисципліни з даного переліку: загальна екологія (та неоекологія), ландшафтна екологія, екологія людини та урбоекологія, екологічна безпека та техноекологія, економіка природокористування, організація управління в екологічній діяльності, моніторинг довкілля, природоохоронне законодавство та екологічне право, екологічні аспекти клітинної біології,

техноекологія, екологія тварин, екологія рослин, популяційна екологія, картографічні методи в екології тощо [5, 6].

Всі ці курси є міждисциплінарними та потребують, окрім спеціальних екологічних та природничих знань, володіння сучасними інформаційними технологіями, навичок роботи із сучасними прикладними програмами, обробки текстової, числової та графічної інформації, методами математичного аналізу та статистичної обробки експериментальних досліджень. Такий обсяг вимог нерідко викликає у студентів певні труднощі, тим самим знижуючи мотивацію та інтерес до навчання.

Якщо традиційно навчання відбувається в очній (офлайн) формі, то нині практикується дистанційне навчання (онлайн), а також змішана форма навчання. Особливо гостро необхідність у налагодженні офлайн навчання виникла в 2019 році з початком пандемії коронавірусу. При цьому дистанційне навчання не можна розглядати як повну альтернативу очному навчанню. Офлайн навчання вимагає постійного зворотного зв'язку між викладачами та студентами, а також застосування сучасних цифрових технологій як для комунікації, так і для навчання. Це, в свою чергу, потребує навчання з боку усіх учасників освітнього процесу і спричиняє додаткові витрати [7].

Крім того, варто враховувати сучасні реалії в Україні, в яких доводиться працювати. На сайті МОН зазначено, що з 2023 року в навчальних закладах України освітній процес може відбуватися в трьох формах: очній, дистанційній та змішаній. При цьому враховується безпекова ситуація в конкретному регіоні [8]. Згідно з даними МОН України, в 2023 році 85% навчальних закладів мають облаштовані укриття, що дає можливість проводити навчання в очному форматі. При цьому в листі МОН України № 1/10142-23 від 11 липня 2023 року наголошується на необхідності повернення до очної форми навчання, оскільки це сприяє покращенню рівня освіти. Натомість, перехід на дистанційну форму навчання спричинив погіршення якості освіти [9]. Однак, враховуючи безпекову ситуацію в країні, не всі заклади можуть постійно забезпечувати очний формат навчання, тому для оптимізації навчального процесу був запроваджений змішаний формат навчання, при якому комбінується як очна, так і дистанційна форма.

Виходячи з вищесказаного, розглянемо можливості підвищення ефективності вивчення дисциплін, які пов'язані з різними методами та підходами пошуку чи обробки екологічної інформації в умовах змішаного навчання для підготовки майбутніх фахівців спеціальностей та спеціалізацій, які пов'язані з питаннями захисту та збереження навколишнього середовища.

Питання розвитку методів комп'ютерного навчання, застосування їх для змішаного навчання студентів різних галузей, напрямів, спеціальностей є предметом дослідження науково-методичного характеру фахівців різних сфер. Особливе місце займають дослідження екологічної інформації, застосування різних методів її пошуку та обробки.

В одній роботі представлено огляд літератури щодо останніх досягнень у дослідженнях машинного навчання для обробки великих даних, розглянуто різні методи навчання в останніх дослідженнях, а саме, глибоке навчання, розподілене та паралельне навчання, навчання з перенесенням, активне навчання та навчання на основі ядра [10]. В іншій статті проаналізовано досвід різних країн світу у сфері забезпечення цифрового розвитку освіти і показано, що в економічно розвинених країнах вирішальну роль має розвиток ІТ-освіти, і зміст освітніх програм постійно оновлюється. Крім того, впроваджуються тренінгові ІТ-центри, розгортаються віртуальні навчальні спільноти, куди можуть також залучатися іноземні студенти до навчання. Зазначені аспекти реалізації державної освітньої політики цих країн, можуть бути запозичені і для України [11].

Передусім заслуговує на увагу стаття, присвячена юридичним аспектам доступу до екологічної інформації, оскільки дистанційне навчання передбачає пошук даних через Інтернет [12]. В іншому дослідженні розглянуто можливість отримання екологічної інформації про стан навколишнього природного середовища. Проаналізовано наявність системи надання такої інформації. Також автором проаналізовано кожну особливість та процедуру отримання інформації [13].

Щодо інформаційного забезпечення еколого-статистичних досліджень, є дослідження про послідовність проведення еколого-статистичного дослідження та використання комп'ютерних програм для оброблення інформації про стан навколишнього природного середовища та його ресурси [14].

Стосовно впровадження дистанційної освіти в цілому, слід брати до уваги проблеми, з якими зіткнуться як викладачі, так і студенти. Цій темі присвячена стаття, де проаналізовані основні труднощі впровадження дистанційної освіти та зазначені її особливості в різних ВУЗах України. Загалом було зазначено, що основною перешкодою на шляху досягнення якісної дистанційної освіти є недостатність законодавчого та нормативного забезпечення. Для вирішення цих проблем пропонується створення глобальної комп'ютерної мережі освіти та науки, що сприятиме подальшому розвитку дистанційного навчання в Україні [15].

В Україні репрезентують науково-практичні дослідження з окреслених питань такі видання як "Інформаційні технології і засоби навчання" [16], а також Наукові часописи та Вісники університетів. За даними, оголошеними О.В. Васильєвим на Семінарі, присвяченому питанням Баз даних (EBSCO) від 28 березня 2018 року (м. Київ), кількість посилань за пошуком «Дистанційна освіта / Дистанційне

навчання» перевищує 42 тис. [17].

Метою викладання дисциплін, які пов'язані з обробкою екологічної інформації, є формування у майбутніх екологів знань про сучасні інформаційні системи і технології, вміння їх раціонального використання, а також набуття практичних навичок ефективного використання в процесі професійної діяльності. При цьому мають формуватися загальні та спеціальні (фахові, предметні) компетентності, які відповідають Стандарту вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» першого (бакалаврського) рівня освіти [18]. Для практичних занять використовувалася метод групової роботи та проєктний підхід. Студенти формують команди складом 3-5 осіб. Вибирають регіон України для проведення статистичного аналізу інформації. Кожне завдання має вигляд кейсу. Виконання наступного кейсу може розпочатися тільки після завершення попереднього.

*Приклад кейсу.* Для вибраного регіону України зібрати екологічну інформацію про стан навколишнього середовища. Дати загальну кількісну характеристику регіону дослідження – площа, кількість населення, природні ресурси (кількість річок тощо), економічна характеристика тощо.

Так у Національному транспортному університеті згідно з освітньою програмою «Екологія» першого (бакалаврського) рівня освіти та освітньою програмою «Екологічна інженерія автотранспортної діяльності» спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища вивчається в III семестрі (I семестр 2 курсу) спеціальності «Екологія» та в IV семестрі (II семестр 2 курсу) спеціальності «Технології захисту навколишнього середовища». Для дистанційного навчання курс завантажено в систему Moodle НТУ. Лекції розроблено та завантажено в форматі Word. Практичні завдання розроблено окремими файлами та завантажено також у форматі Word (таблиця 2).

Перевірка знань відбувалася в формі традиційного екзамену по білетах, що включає 2 теоретичні питання та розрахункове завдання. Проведення занять відбувається у традиційній класно-урочній формі.

Проєкт «Українсько-німецька викладацька мережа для цифрової трансформації екологічної освіти (Фаза консолідації та розширення 2023)» програми Ukrainian German Teaching Network for a Digital Transformation of Environmental Education [19].

3 січня 2023 року 6 університетів-партнерів – Еберсвальдський університет сталого розвитку (Еберсвальде, Німеччина), Національний транспортний університет (Київ, Україна), Український національний лісотехнічний університет (Львів, Україна), Державний університет «Житомирська політехніка» (Житомир, Україна), Одеський державний Екологічний університет (Одеса, Україна) та Львівський державний університет фізичної культури (Львів, Україна) – спільно співпрацювали над проєктом, який спрямований на розвиток сталої мережі цифровізації у вищій освіті. Цей проєкт фінансується Німецькою службою академічних обмінів (DAAD).

У Національному транспортному університеті заняття відбувалися у змішаному форматі, в ДУ «Житомирська політехніка» та Одеському державному екологічному університеті (ОДЕКУ) – в дистанційній формі. Навчальний матеріал для студентів НТУ, ДУ «Житомирська політехніка» та ОДЕКУ розміщено в системі дистанційної освіти Moodle.

Для практичних занять використовувалася метод групової роботи та пробний підхід. Студенти на практичних роботах вивчали різні методи обробки екологічної інформації. Шукали необхідну інформацію щодо стану довкілля вибраного регіону України, після чого здійснювали її обробку та аналіз. Студенти НТУ, в свою чергу, аналізували стан навколишнього середовища Київської, Херсонської, Чернівецької областей та міста Київ. Студенти ДУ «Житомирська» політехніка аналізували стан довкілля міста Житомир та Житомирської області. І студенти ОДЕКУ досліджували місто Одеса та Одеську область. Результати роботи були представлені у вигляді Звіту про екологічну ситуацію обраного регіону України.

Такий підхід дозволив усім студентам успішно завершити курс незалежно від місця перебування. Успішність студентів наступна: 32% студентів одержали оцінку «відмінно», 53% – «добре», 15% – «задовільно». Такі результати навчання значно кращі в порівнянні з традиційним підходом вивчення дисципліни. Успішність студентів НТУ до початку проєкту з дисципліни «Методи обробки екологічної інформації» були такими: 13% студентів отримали оцінку «відмінно», 35% – «добре», 52% – «задовільно».

Загалом дистанційне навчання в НТУ передбачає застосування системи Moodle NHEE, куди завантажуються навчальний матеріал. Лекційний матеріал прийнято представляти у вигляді презентацій з перекладом на англійську. Також практикується застосування інтерактивних методів (дошки Miro) для виконання практичних завдань, а також ігрових методів для контролю знань – метод кросвордів, ребусів. Самі лекції записуються на відео, щоб була можливість ознайомитися з ними ще раз або тим студентам, які були відсутні під час заняття. Практичні заняття проводяться з використанням проєктного підходу та групової роботи, оскільки перевірка знань відбувається не в формі звичайних тестових запитань, а у вигляді захисту проєкту.

Така організація роботи виявилася досить зручною як для викладачів, так і студентів, і отримала низку схвальних відгуків від останніх. Зокрема, студенти зазначили, що курс екології в НТУ дозволив їм

розширити знання щодо роботи з інформацією, а саме пошуку та аналізу даних. Вони ознайомилися з основними методами обробки екологічної інформації та отримали практичні навички обробки екологічних масивів, які можна використовувати при написанні дипломних робіт.

Отримані дані свідчать про необхідність врахування специфіки окремих спеціальностей, оскільки існують кардинальні відмінності між навчанням студентів природничо-математичної, техніко-технічної, соціокультурної та гуманітарної сфер діяльності.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конституція України від 28 червня 1996 року № 254к/96-ВР з наступними змінами і доповненнями, Відомості Верховної Ради України, 1996, № 30, ст. 141.
2. Закон України Про охорону навколишнього природного середовища. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, № 41, ст. 546.
3. Про інформацію: закон України від 02 жовтня 1992 року № 2657-ХІІ з наступними змінами і доповненнями // Відомості Верховної Ради України, 1992, № 48, ст. 650.
4. Про доступ до публічної інформації: закон України від 13 січня 2011 року №2939-VI // Відомості Верховної Ради України, 2011, № 32, ст. 314.
5. Національний університет «Києво-Могилянська академія». Освітня програма «Екологія». <https://www.ukma.edu.ua/ects/index.php/2011-11-13-16-43-44/153-2018-06-13-06-44-45/bpekologiya/240-2018-11-01-08-46-05>
6. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Освітня програма «Екологія». [https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Napryamy\\_pidgotovky/Ekologiya/Opis\\_napruamu/Osvitnya\\_programa\\_ecologia\\_bac.pdf](https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Napryamy_pidgotovky/Ekologiya/Opis_napruamu/Osvitnya_programa_ecologia_bac.pdf)
7. О.В. Гнатюк Дистанційне навчання: проблеми, пошуки, виклики. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/728350/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82.pdf>
8. МОН затвердило особливості організації навчання у ЗЗСО на 2025-2026 навчальний рік. <https://mon.gov.ua/news/mon-zatverdyllo-osoblyvosti-orhanizatsii-navchannia-u-zzso-na-2025-2026-navchalnyi-rik>
9. Про здійснення освітнього процесу. [https://ru.osvita.ua/legislation/Vishya\\_osvita/89545/#google\\_vignette](https://ru.osvita.ua/legislation/Vishya_osvita/89545/#google_vignette)
10. J. Qiu, Q. Wu, G. Ding, Y. Xu, S. Feng. «A survey of machine learning for big data processing», *Journal on Advances in Signal Processing*, № 67, pp. 1-16, 2016.
11. Н. Сейко, М. Єршов. «Зарубіжний досвід розвитку ІТ-освіти», *Український педагогічний журнал*, № 4, с. 54-64, 2021.
12. Т.В. Лагойда. «Пасивний доступ до екологічної інформації», *Актуальні питання екологічної юриспруденції*, т. 2, № 6, с. 21-24. 2018.
13. Т.І. Демчук «Порядок отримання екологічної інформації зацікавленими суб'єктами», *Вісник Чернівецького факультету Національного університету*, № 2, с. 193-203, 2017.
14. О.М. Швайка. «Інформаційне забезпечення і програмні продукти еколого-статистичних досліджень», *Науковий вісник НЛТУ України*, т. 19, № 21, с.129-133, 2011.
15. Н. Самолук, М. Швець. «Актуальність і проблемність дистанційного навчання», *Нова педагогічна думка*, т. 1, № 1.1, с. 193-201, 2013.
16. Інформаційні технології і засоби навчання. «Теорія, методика і практика використання ІКТ в освіті» [Електронний ресурс]. Доступно: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/index> Дата звернення: Трав. 20, 2018.
17. Н. О. Терентьева. «Особенности дистанционной подготовки магистрантов факультетов физической культуры», *Информационные технологии и засоби навчання*, т. 69, №1, с. 139-148, 2019.
18. Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 10 – Природничі науки, спеціальність 101 – Екологія Затверджено і введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 04.10.2018 р. № 1076
19. Ukrainian-German Teaching Network for a Digital Transformation of Environmental Education (Consolidation and Expansion Phase 2023).<https://www.hnee.de/en/Services/E-Learning/-/Mediengestuetzte-Lehre/Aktivitten/-/Projekte/Ukraine-Digital-2/Ukrainian-German-Teaching-Networkfor-a-Digital-Transformation-of-Environmental-EducationConsolidation-and-Expansion-Phase-2023-K7507.htm>

Герасимчук Л.О.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[Gerasim4uk@ukr.net](mailto:Gerasim4uk@ukr.net)

Валерко Р.А.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[valerko\\_ruslana@ukr.net](mailto:valerko_ruslana@ukr.net)

**ВИКОРИСТАННЯ ЄДИНОГО ДЕРЖАВНОГО ВЕБ-ПОРТАЛУ ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ “ДІЯ. ЦИФРОВА ОСВІТА” ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЦИФРОВОЇ ГРАМОТНОСТІ ТА ЦИФРОВИХ НАВИЧОК ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА СПЕЦІАЛЬНОСТЯМИ 101 «ЕКОЛОГІЯ», 183 «ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА» ТА 205 «ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Дія.Освіта – національна едьютейнмент освітня платформа актуальних знань та навичок [2] (офіційна адреса в Інтернеті – [osvita.diia.gov.ua](http://osvita.diia.gov.ua)), що стартувала у 2020 р. Єдиний державний веб-портал цифрової освіти “Дія. Освіта” є модернізованим програмним продуктом Єдиного державного веб-порталу цифрової освіти “Дія. Цифрова освіта” [1]. Веб-портал цифрової освіти призначений для реалізації права кожного на якісну та доступну освіту шляхом забезпечення створення можливості дистанційного навчання через Інтернет [3].

На платформі зареєстровано понад 2,1 млн. користувачів, видано понад 3,1 млн. сертифікатів, включає понад 250 освітніх продуктів, залучено більше 6 млн. українців до програм з розвитку цифрової грамотності, створено понад 5000 офлайн-хабів цифрової освіти. Освітня платформа містить різноманітні освітні серіали, симулятори, гайди, тести, вебінари, Future Perfect, подкасти, події, довідник, мережу хабів, каталог вакансій, дослідження, корисні посилання, IT-студії, безбар'єрність і «Ти як?».

Дія.Освіта використовується для підвищення цифрової грамотності та цифрових навичок здобувачів вищої освіти за спеціальностями 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища» та 205 «Лісове господарство», що реалізуються у Державному університеті «Житомирська політехніка». Серед освітніх продуктів Дія.Освіта виділимо деякі:

- освітній серіал «Fly Green: шлях до «озеленення» авіації» висвітлює питання, як зробити авіагалузь енергоефективною і дружньою до планети (<https://osvita.diia.gov.ua/courses/fly-green>);

- освітній серіал «Одна планета: 11 кроків назустріч довкіллю» демонструє, які наслідки принесе зміна клімату, і що можна зробити для порятунку планети (<https://osvita.diia.gov.ua/courses/11-steps-towards-the-environment>);

- освітній серіал «Автостопом по цифрових правах» вчить, як захищати та відповідально реалізовувати наші права онлайн (<https://osvita.diia.gov.ua/courses/hitchhiking-on-digital-rights>);

- освітній серіал «Протимінна безпека» розповідає, де ховаються міни, снаряди? які на вигляд? І пропонує здобути важливі знання для нашої безпеки (<https://osvita.diia.gov.ua/courses/mine-safety>);

- освітній серіал «Урбаністика» присвячено містобудуванню й архітектурі, а у його епізодах експерти розказують про історію, розвиток та повоєнну відбудову міст (<https://osvita.diia.gov.ua/courses/urbanism>);

- освітній серіал «Ландшафтний дизайнер» розповідає, як стати ландшафтним дизайнером: від технічного завдання до втілення (<https://osvita.diia.gov.ua/courses/landscape-designer>);

- освітній серіал «Як створювати проекти у громадах» (<https://osvita.diia.gov.ua/courses/how-to-create-projects-in-communities>);

- симулятор «Флорист» показує роботу флориста: техніки для зборів квіткових композицій, догляд за стеблями та екологічність (<https://osvita.diia.gov.ua/simulators/florist-simulator>);

- симулятор «Протимінна безпека» пропонує перевірте, чи знаєте ви, як розпізнати міни та снаряди та правильно діяти в небезпечних ситуаціях (<https://osvita.diia.gov.ua/simulators/mine-safety>);

- гайд «Як зменшити одноразовий пластик в повсякденному житті» - про альтернативи використання пластику (<https://osvita.diia.gov.ua/guides/ak-zmensiti-odnorazovij-plastik-v-povsakdennomu-zitti>);

- гайд «Правила безпеки під час воєнних дій, що можуть врятувати життя» (<https://osvita.diia.gov.ua/guides/pravila-bezpeki-pid-cas-voennih-dij-so-mozut-vratuvati-zitta>).

**Використані інформаційні джерела:**

1. Деякі питання Єдиного державного веб-порталу цифрової освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 16.02.2024 № 175. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/175-2024-p>.

2. Дія.Освіта: державний веб-портал цифрової освіти. URL: <https://osvita.diia.gov.ua>.

3. Питання Єдиного державного веб-порталу цифрової освіти “Дія. Освіта”: Постанова Кабінету Міністрів України; Положення від 10.03.2021 № 184. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/184-2021-p>.

Демиденко А. Ю., Рябунець Б. В.,  
Здобувачі вищої освіти освітньо-наукового ступеня «доктор філософії»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Луньова О. В.,  
д.т.н., проф. кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
rig@ztu.edu.ua

## ВПЛИВ ЦИФРОВОЇ ОСВІТИ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ

У сучасному світі, де цифровізація пронизує майже всі сфери життя, важливість цифрової освіти стала критичною для розвитку суспільства. Вона не тільки відкриває нові можливості для навчання та розвитку, але й підтримує цілі сталого розвитку та екологічної безпеки, впливаючи на глобальні екологічні проблеми та сприяючи збереженню ресурсів. Важливо підкреслити, що цифрова освіта може зменшувати екологічне навантаження, сприяти раціональному використанню природних ресурсів та знижувати вуглецевий слід людської діяльності.

Цифрова освіта сприяє сталому розвитку, надаючи знання та навички, необхідні для ефективного використання ресурсів і створення нових екологічних рішень. За даними ЮНЕСКО, у 2022 році близько 70% навчальних програм включали елементи цифрової грамотності, а до 2030 року цей показник може зрости до 90%, що допоможе охопити більше 800 мільйонів людей цифровими знаннями в контексті сталого розвитку.

- **Вплив на енергоспоживання:** Перехід на цифрове навчання дозволяє скоротити використання паперових ресурсів, зменшити фізичну логістику та транспортні витрати. Наприклад, дослідження Американського університету показало, що віртуальні класи дозволяють скоротити споживання енергії на 90% і знизити викиди CO<sub>2</sub> на 85% у порівнянні з традиційним навчанням у класах.

- **Цифрові навички для зеленої економіки:** Підготовка фахівців, які володіють цифровими навичками, допомагає у створенні екологічних рішень. За даними Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (IRENA), до 2030 року приблизно 25% нових робочих місць будуть пов'язані з зеленою економікою та вимагатимуть цифрової компетентності.

Завдяки цифровій освіті громадяни можуть отримувати екологічні знання та бути більш свідомими щодо екологічних проблем. За останніми дослідженнями, близько 60% людей у розвинених країнах вже користуються онлайн-ресурсами для отримання екологічної інформації. Це має величезний потенціал для поширення інформації про сталий розвиток і формування відповідального ставлення до природи.

- **Зниження кількості відходів:** Цифрова освіта дозволяє скорочувати кількість паперових відходів. За даними Інституту паперової промисловості, лише в США у 2021 році цифрове навчання скоротило використання паперу на 30%, що відповідає приблизно 2,4 мільярдам дерев, збереженим від вирубки.

- **Мобільні застосунки для екологічної обізнаності:** Освітні платформи та мобільні застосунки, як-от EcoLife та MyEcoApp, стають дедалі популярнішими для моніторингу особистого вуглецевого сліду та споживання енергії. За статистикою, в 2023 році понад 1,2 мільйона користувачів завантажили екологічні мобільні застосунки для відстеження та зменшення свого впливу на навколишнє середовище.

Хоча цифровізація має очевидні переваги, вона також вимагає розвитку інфраструктури, яка впливає на екологічну безпеку. Сервери, дата-центри та мережі мають великий енергетичний апетит.

- **Вуглецевий слід дата-центрів:** За оцінками, до 2030 року дата-центри споживатимуть до 8% світової електроенергії. Проте, розвиток більш енергоефективних технологій, як-от відновлювані джерела енергії та системи охолодження, може знизити вуглецевий слід на 15-20%.

- **Цифрове сміття та його утилізація:** Збільшення кількості цифрових пристроїв призводить до накопичення електронних відходів. За даними Global E-waste Monitor, у 2022 році обсяг цифрового сміття сягнув 53,6 мільйона тонн. Зростає важливість цифрової грамотності, щоб користувачі знали про правильну утилізацію старих пристроїв та мали доступ до відповідної інфраструктури.

Цифрова освіта є важливим інструментом для досягнення сталого розвитку та забезпечення екологічної безпеки. Вона сприяє раціональному використанню ресурсів, знижує вуглецевий слід, розвиває екологічну свідомість та готує молодь до переходу на більш екологічний спосіб життя. У той же час, держави повинні активно підтримувати цифрову освіту, створюючи умови для екологічної трансформації суспільства за допомогою сучасних цифрових технологій.

Список використаної літератури

1. Пацева І.Г., Кагукіна А.М. Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячних показників температури повітря та кількості опадів в місті Житомир. Екологічні науки. 2024. Вип. 2(53). С. 238-242.



Різник Д.Р.,  
здобувач вищої освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Коробчук Л.І.,  
к. пед. н., доцент кафедри екології,  
Луцький національний технічний університет  
[donimiikana@gmail.com](mailto:donimiikana@gmail.com)

## ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ І ЗЕЛЕНИХ НАВИЧОК В ПІДГОТОВЦІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Подвійний перехід відноситься до двох найбільших викликів: зелена та цифрова трансформація. Це пов'язано із прийнятою Зеленою угодою в ЄС, у якій наголошено на важливості подвійної трансформації задля переходу до зелених стандартів з використанням цифрових навичок [1,2]. Європейська зелена угода та цифровий порядок денний ЄС визнають, що два переходи тісно пов'язані [3]. ЄС є лідером в процесі подвійного переходу й гарантує, що цифровізація використовується для посилення захисту навколишнього природного середовища та кліматичних заходів, а також щоб цифровий сектор став більш екологічним. Це свідчить про важливість опанування здобувачами вищої освіти в Україні цифрових і зелених навичок.

В основі взаємозв'язку подвійних переходів лежать стійкі цифрові технології та зелені цифрові навички. Чисті цифрові технології можуть сприяти досягненню Цілей сталого розвитку ООН, оскільки вони підвищують ефективність використання енергії та інших ресурсів. Нові розробки в технологіях і цифровізації вже забезпечують скорочення викидів [3]. Зелений перехід може стимулювати цифрові інновації та надати нові цифрові можливості: штучний інтелект та Інтернет речей, підтримують розробку стійких та інклюзивних енергетичних рішень для нашого та майбутніх поколінь. Завдяки оптимізації цифрових технологій для зменшення впливу на навколишнє середовище цифрові технології розкривають позитивний вплив на довкілля та підтримають перехід до екологічно чистої економіки. Синергія між цими переходами є суттю зеленої цифрової трансформації, яка, у свою чергу, призведе до сталого економічного зростання та екологічних переваг.

Наведемо міжнародні організації, які вже працюють над подвійним переходом [3]: Європейська зелена цифрова коаліція (EGDC) спрямовує зусилля над максимізацією переваг цифровізації для сталого розвитку. EGDC підтримується Європейською комісією та Європейським парламентом і зобов'язуються підтримувати європейський зелений і цифровий перехід. Європейський навчальний фонд (ETF) підтримує навички для переходу на зелені технології, тоді як його центри професійної майстерності беруть на себе провідну роль у створенні світу з нульовою мережею завдяки спеціалізованому навчанню та підходу до співпраці з промисловістю. INCO Academy Green Digital Skills – це безкоштовна програма сертифікатів, котра надає людям знання та навички для створення стійких цифрових рішень. ЄС встановив для регіону екологічні цифрові цілі. Однією з головних цілей Європейської зеленої угоди є зробити Європу першим вуглецево-нейтральним континентом до 2050 року. Тому підготовлено багато ініціатив, котрі пропонують використовувати цифрові інструменти для узгодженого досягнення екологічних і кліматичних цілей.

Цифровий перехід, який керується цілями Європейської комісії Digital Compass 2030, також сприятиме досягненню зелених цілей. Протягом наступних кількох років кожній організації потрібно буде трансформувати свою бізнес-модель, щоб зробити її екологічною та цифровою, а процес проектування та планування успішного подвійного переходу має бути інклюзивним і створюватися спільно. Стійка цифровізація є результатом синергії цього подвійного переходу, і вона стосується процесу оцифрування економіки з дотриманням ЦСР.

Це підтверджує необхідність розвитку навичок та вмінь застосування зелених та цифрових технологій. Це вимагатиме удосконалення програм перекваліфікації та підвищення кваліфікації, освітніх програм. Застосовуючи концепцію «подвійного переходу» ЗВО можуть об'єднати цифрові та екологічні програми для досягнення цілей сталого розвитку та гарантування дотримання стандартів вищої освіти. Щоб досягти цієї мети, відповідно до викликів і можливостей цього десятиліття, людям також потрібно буде навчитися та розвивати зелені цифрові навички – цифрові компетенції, необхідні для адаптації продуктів, послуг і процесів до екологічних вимог і правил. Це, у свою чергу, створить більш стійкі спільноти з необхідними навичками для успішного проходження подвійного переходу.

Список використаних джерел:

1. Kovacic, Z., García Casañas, C., Argüelles, L., Yáñez Serrano, P., Ribera-Fumaz, R., Prause, L., & March, H. (2024). The twin green and digital transition: High-level policy or science fiction? *Environment and Planning E: Nature and Space*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/25148486241258046>
2. Sahin, Orhan & Afy-Shararah, Mohamed & Milisavljevic-Syed, Jelena & Salonitis, Konstantinos. (2024). Enabling the Twin Green & Digital Transition Using Learning Factories.
3. Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M. and Scapolo, F., Towards a green and digital future, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, doi:10.2760/54, JRC129319.

*Кмець А.С.,  
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
Науковий керівник: Валерко Р.А.,  
к.с.-г.н., доц., доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
[ke\\_vra@ztu.edu.ua](mailto:ke_vra@ztu.edu.ua)*

## **РОЗВИТОК ЦИФРОВОЇ ОСВИТИ У ДЕРЖАВНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Державний університет «Житомирська політехніка» у рамках міжнародної співпраці бере участь у проєкті «Ukrainian-German Teaching Network for a Digital Transformation of Environmental Education» (Українсько-німецька викладацька мережа для цифрової трансформації екологічної освіти) за підтримки DAAD, який реалізується на кафедрі екології та природоохоронних технологій. Основною метою проєкту є консолідація та розширення українсько-німецької викладацької мережі, що сприятиме професіоналізації цифрового викладання та навчання у вищих навчальних закладах, покращенню доступу до якісної освіти для студентів незалежно від місця проживання та безперервному професійному розвитку викладачів, інтернаціоналізації вищої освіти.

Проєкт зосереджений на таких основних компонентах: посилення цифрового розвитку, доступності та інклюзивності вищої освіти шляхом розширення портфоліо електронних курсів для ЗВО; зміцнення мережі цифрового викладання для сприяння розвитку цифрових компетентностей і підтримки професійного зростання викладачів; сприяння поширенню та передачі знань і навичок, пов'язаних з цифровою дидактикою та інструментами.

Партнерами проєкту є: Університет сталого розвитку м. Еберсвальде (Німеччина, м. Еберсвальде), Національний лісотехнічний університет України (Україна, м. Львів), Національний транспортний університет (Україна, м. Київ), Державний університет «Житомирська політехніка» (Україна, м. Житомир), Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова (Україна, м. Одеса), Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського (Україна, м. Львів), Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (Україна, м. Полтава), Національний університет водного господарства та природокористування (Україна, м. Рівне), Приазовський державний технічний університет (Україна), Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова (Україна, м. Миколаїв), Національний університет «Чернігівська політехніка» (Україна, м. Чернігів), Харківський національний автомобільно-дорожній університет (м. Харків, Україна), Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна (м. Харків, Україна).

Ключові завданнями проєкту є: диверсифікація портфоліо е-курсів відповідно до академічних інтересів і професійних потреб студентів, впровадження розроблених цифрових курсів у всіх університетах-партнерах, сприяння обміну знаннями та компетенціями щодо цифрових дидактичних концепцій, використання цифрових програм та інструментів для онлайн-викладання, розвиток українсько-німецької викладацької мережі з акцентом на обмін знаннями та сприяння співпраці для подальшого прогресу в проєкті та поза ним та розширення міждисциплінарної та міжнародної співпраці між установами-партнерами на різних рівнях щодо теми цифрової трансформації вищої освіти [1].

У рамках реалізації проєкту викладами кафедри екології та природоохоронних технологій (доц. Валерко Р.А., доц. Герасимчук Л.О., доц. Алпатов О.М., доктор філософії Устименко В.І.) розроблено 2 навчальні курси: «Natural resource management in the context of European integration» («Управління природними ресурсами в умовах євроінтеграції») та «Organic Production Management» («Управління органічним виробництвом»).

Метою вивчення курсу «Управління природними ресурсами в умовах євроінтеграції» є формування у здобувачів освіти здатності розуміти, виявляти та досліджувати інтеграційні процеси у сфері охорони навколишнього середовища і збалансованого природокористування та особливості здійснення ефективного управління природними ресурсами в Україні і зарубіжних країнах. Метою вивчення курсу «Управління органічним виробництвом» є отримання здобувачами освіти знань науково-теоретичних основ і практичних заходів із виробництва органічної продукції, інноваційних технологій виробництва органічних продуктів у спеціалізованих господарствах.

У процесі створення цих курсів були використані цифрові інструменти, які здобувачі освіти мають змогу опанувати під час їх опрацювання:

- інструменти для відеоконференцій та вебінарів: Zoom, Google Meet;
- інструменти для створення та передачі контенту: PowerPoint, Google Docs, H5P (interactive content creation tool);
- інструменти для співпраці та спілкування: Google Workspace;

- платформи онлайн-оцінювання та тестування: Quizlet;
- цифрові бібліотеки та інструменти дослідження: Google Scholar, PubMed, Scopus;
- інтерактивна дошка та платформи для співпраці: Miro.

Наразі електронні курси розміщено на платформі Moodle HNEE, де кожен зареєстрований користувач має змогу пройти обрані курси та отримати сертифікат, за наявності якого можливе перезарахування певних модулів (кредитів) для дисциплін, що викладаються на освітніх програмах ЗВО-партнерів проекту, у рамках неформальної освіти. Зокрема, станом на листопад 2024 року, 14 здобувачів вищої освіти освітнього рівня бакалавр за спеціальностями 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» ДУ «Житомирська політехніка» наразі опановують електронний курс «Управління природними ресурсами в умовах євроінтеграції», у разі успішного виконання якого, їм буде перезараховано певні теми з дисципліни «Євроінтеграційні процеси природоохоронної діяльності».

Крім того, викладачі кафедри екології та природоохоронних технологій успішно використовують цифрові інструменти під час викладання дисциплін. Зокрема, у рамках вивчення дисципліни «Екосистеми та їх забруднення» доцентом кафедри Валерко Русланою було проведено інтерактивне заняття, на якому здобувачі освітнього рівня PhD спеціальності 101 «Екологія» презентували результати власних досліджень за допомогою дошки Miro (рис. 1).

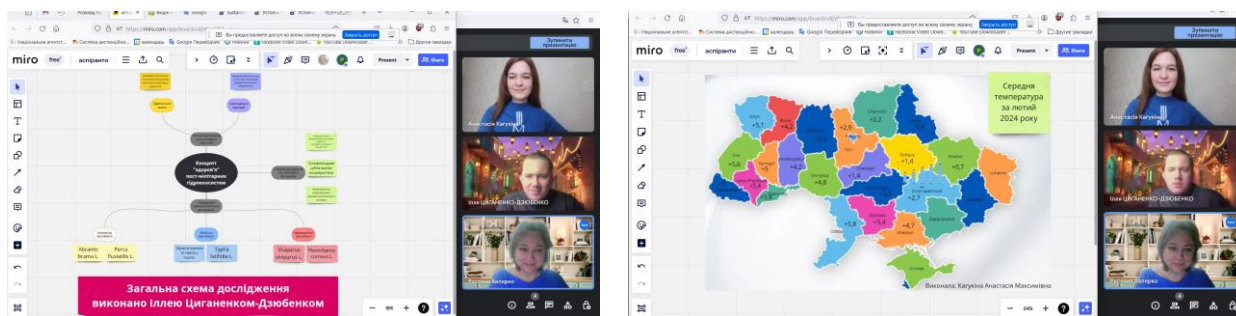


Рис. 1. Презентація досліджень здобувачів на дошці Miro

Також під час занять аспіранти, використовуючи електронну базу даних PubMed, створювали «хмару бібліографічних даних» у програмі VOSviewer, відповідно напрямку своїх наукових досліджень (рис. 2).

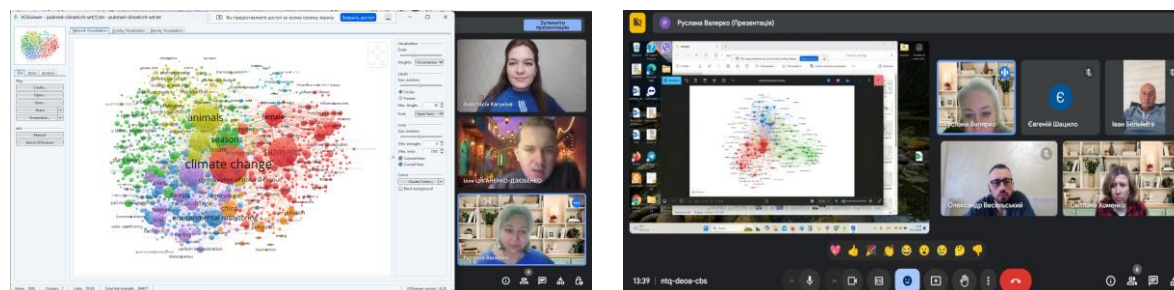


Рис. 2. Побудова бібліографічної хмари за ключовими словами за допомогою VOSviewer

#### Використані інформаційні джерела:

1. Ukrainian-German Teaching Network for a Digital Transformation of Environmental Education (Consolidation and Expansion Phase 2024) / Eberswalde University for Sustainable Development. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/175-2024-p>.

2. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Устименко В.І., Шацко Є.Г. Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між захворюваністю населення та якістю питної води джерел нецентралізованого водопостачання. Екологічні науки. 2024. Вип. 1 (52), Т.2. С. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.4>

3. Пацева І.Г., Валерко Р.А., Пацев І.С., Палій О.В. Особливості логістичних процесів транспортування комунальних відходів та відходів руйнації. Екологічні науки. 2023. №5 (50). С. 187-192. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.27>.

*Химач Д.С.,  
учень 11-Б класу Наукового ліцею Житомирської політехніки  
Науковий керівник: Шатківський В.М.,  
вчитель інформатики,  
Відокремленого підрозділу “Науковий ліцей”  
Державного університету “Житомирська політехніка”  
pzs\_shvm@ztu.edu.ua*

## АНАЛІЗ БАЗИ ДАНИХ CVE

У сучасних умовах, коли інформаційні технології стали невід'ємною частиною всіх аспектів нашого життя, безпека цифрових ресурсів набуває особливого значення. Останніми роками загроза кіберзлочинності значно зросла, і зокрема, це посилюється в умовах повномасштабного вторгнення РФ на територію України, від чого збільшилася діяльність кібершахраїв і хакерських груп. Аналіз переліків відомих вразливостей є важливим процесом для забезпечення безпеки вебсайтів та захисту конфіденційних даних. Вчасне виявлення та усунення уразливостей дозволяє знизити ризики несанкціонованого доступу, збереження даних та безпеки користувачів.

На даний момент існують наступні системи для ідентифікації та класифікації вразливостей:

- CWE (Common Weakness Enumeration), яка описує програмні слабкості
- Exploit-DB, яка містить вразливості та відповідні експлойти
- NVD (National Vulnerability Database), що надає додаткові метадані до CVE
- OSVDB (Open Source Vulnerability Database), орієнтована на вразливості в програмному забезпеченні з відкритим кодом
- SecurityFocus, що надає інформацію через базу даних Bugtraq
- CVE (Common Vulnerabilities and Exposures) — це каталог відомих проблем у програмному забезпеченні, які можуть становити небезпеку для користувачів.

Кожна система має свої переваги, залежно від сфери використання та специфіки програмного забезпечення.

Варто відзначити, що CVE забезпечує стандартизацію ідентифікації вразливостей, надаючи кожній з них унікальний номер у форматі CVE-рік-порядковий номер, наприклад, CVE-2024-12345. Цей формат дозволяє легко відслідковувати вразливості за роком виявлення, що допомагає уникнути плутанини, яка може виникати через різні назви для однієї й тієї ж вразливості в різних базах даних. Завдяки цьому CVE є основою для багатьох інструментів кібербезпеки і використовується як загальноприйнятий стандарт у світовій спільноті. Це полегшує обмін інформацією між організаціями та дає можливість легко порівнювати й аналізувати дані про вразливості в різних системах та продуктах.[1]

Для оцінки критичності кожної вразливості зі списку бази даних CVE використовується CVSS (Common Vulnerability Scoring System) — стандартизована система оцінки, яка призначає кожній вразливості числовий бал, що характеризує її небезпеку. CVSS дозволяє фахівцям з кібербезпеки отримати швидко уявлення про рівень ризику, який становить конкретна вразливість, відображаючи її потенційний вплив на інформаційні системи, дані або мережі.

Система CVSS використовує шкалу від 0 до 10, де вищі бали вказують на більшу критичність вразливості. Оцінка розраховується на основі кількох ключових факторів, таких як легкість експлуатації вразливості, можливий збиток, який вона може завдати, а також наявність доступних методів захисту. Завдяки CVSS фахівці з кібербезпеки можуть ефективно пріоритизувати виправлення вразливостей, концентруючи ресурси на усуненні найбільш критичних загроз. Це забезпечує своєчасне усунення вразливостей, що мають найвищий ризик, і підвищує загальний рівень захисту систем від потенційних атак.[2]

В умовах сучасних кібер-ризиків, особливо посилених зростанням активності хакерських груп і кібершахраїв, стандартизовані підходи до оцінки ризиків, такі як CVE, допомагають фахівцям з кібербезпеки не лише своєчасно виявляти вразливості, а й раціонально використовувати ресурси для усунення найбільш критичних загроз. Усе це робить CVE незамінним елементом з кібербезпеки, підвищуючи захист інформаційних систем та покращує безпеку користувачів.

Список використаних джерел:

1. What is a CVE? URL: <https://www.redhat.com/en/topics/security/what-is-cve>
2. What is Common Vulnerability Scoring System (CVSS Score). URL: <https://www.sans.org/blog/what-is-cvss/>

Тези Всеукраїнської наукової конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Екологічна безпека та раціональне природокористування» проходить у Державному університеті «Житомирська політехніка» раз на рік.

Матеріали конференції у вигляді електронного збірника тез будуть розміщені на сайті університету в розділі «Конференції» (<https://conf.ztu.edu.ua/>).

#### **Мови конференції:**

- ✓ українська;
- ✓ англійська.

#### **Вимоги до оформлення тез:**

Тези оформлюються у файлі формату Microsoft Word. Формат сторінки – А4, орієнтація книжкова, поля – 25 мм з усіх боків, шрифт Times New Roman, розмір – 10 пунктів, відступ між даними авторів, назвою тез та основним текстом – 2 міжрядкових інтервали. Текст: обсягом 1 або 2 повні сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, без відступів.

Обов'язкові складові:

1. Прізвище та ініціали автора, наукового керівника, посада, науковий ступінь, вчене звання скорочено – курсив, виключка вправо.
2. Назва закладу вищої освіти повністю та електронна адреса - курсив, виключка вправо.
4. Назва тези – прописними літерами, напівжирним, виключка по центру.
5. Текст тези – виключка по ширині тексту, міжрядковий інтервал одинарний, абзацний відступ – 6 мм.
6. Рисунки, графіки та діаграми слід вставляти у форматі JPG. Усі текстові написи на рисунках виконувати тільки в кадрах або текстових рамках.
7. Формули розмішувати у таблиці з відступом 20 мм без обрамлення з виключкою вліво. Нумерація формул – другий стовпець таблиці, з виключкою вправо. Пунктуаційні знаки слід виносити за межі формули. Всі буквені позначення у формулах та рисунках, а також у тексті статті повинні бути однакові як за розміром, так і за гарнітурою.

При надсиланні файлу назва файлу повинна містити прізвище та ініціали автора (авторів).  
Наприклад: Марченко А.В.\_Тези

Оргкомітет не несе відповідальності за зміст тез. Тези друкуються в авторській редакції.

**ТЕЗИ, ОФОРМЛЕНІ БЕЗ ДОТРИМАННЯ НАВЕДЕНИХ ВИЩЕ ВИМОГ, РОЗГЛЯДАТИСЯ НЕ БУДУТЬ.**

#### **ШАБЛОН ОФОРМЛЕННЯ**

*Марченко А.В.,  
студент освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 101 «Екологія»  
Науковий керівник: Панченко В.К.,  
к.б.н., доц., доцент кафедри екології,  
Державний університет «Житомирська політехніка»  
anna@ukr.net*

#### **ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ**

Текст тези.

**Тези повинні бути подані у вказаний термін.  
ТЕЗИ, ОФОРМЛЕНІ БЕЗ ДОТРИМАННЯ ВИМОГ, РОЗГЛЯДАТИСЯ НЕ БУДУТЬ!  
Відповідальність за зміст тез несе автор.**