

*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>