

Васильєв С.В.,
інженер-гідротехнік,
Рівненське обласне управління водних ресурсів
Дячук О.В.,
інженер-гідротехнік., здобувач кафедри природооблаштування та гідромеліорацій
Рокочинський А.М.,
д.т.н., професор кафедри природооблаштування та гідромеліорацій
Савчук Т.В.,
здобувач, інженер кафедри природооблаштування та гідромеліорацій
Чугай Є.О.,
інженер-гідротехнік., здобувач кафедри природооблаштування та гідромеліорацій
Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне

ВРАХУВАННЯ ЗМІННИХ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПРИ РОЗРОБЦІ ВОДОГОСПОДАРСЬКО-МЕЛІОРАТИВНИХ ПРОЕКТІВ В ЗОНІ ПОЛІССЯ

У практиці розробки меліоративних проектів та проектів інших природно-техногенних систем, виконанні екологічної експертизи, гідрологічних та агрометеорологічних прогнозів з різним рівнем їхньої завчасності виникає необхідність використання відповідної метеорологічної інформації з метою вибору кліматологічно оптимальних стратегій управління такими об'єктами в багаторічному та внутрішньовегетаційному перерізі.

Ця проблема набуває особливої актуальності в сучасних умовах, коли відбуваються кардинальні зміни клімату на Землі як у планетарному масштабі, так і на регіональному рівні.

За численними гідрометеорологічними ознаками і показниками вітчизняні фахівці-кліматологи приходять до висновку, що в Україні за останні 10-25 років також формується новий клімат.

Дослідження свідчать, що клімат України протягом останніх десятиліть вже почав змінюватися (температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми) і згідно результатів моделювання – для території України в майбутньому продовжуватиметься зростання температури повітря (хоча величина змін дещо відрізняється за різними прогнозними моделями) та відбуватиметься зміна кількості опадів протягом року. Це вже призводить до зміщення кліматичних сезонів, зміни тривалості вегетаційного періоду, зменшення тривалості залягання стійкого снігового покриву, зміни водних ресурсів місцевого стоку тощо. При цьому, саме властивість інерційності ґрунтів і посівів, а також періодична повторюваність погодних умов, дозволяють виробляти ті чи інші прогнози, не зважаючи на досить сильну мінливість останніх в часі.

Таким чином, обґрунтування оптимальних проектних рішень на еколого-економічних засадах потребує створення єдиного комплексу ієрархічно зв'язаних моделей параметрів ефекту, режиму, технологій та конструкцій, а тому прогнозні режимні розрахунки за відповідними моделями є обов'язковою та невід'ємною складовою в структурі загальних інженерно-меліоративних розрахунків на всіх рівнях прийняття рішень в часі щодо реалізації гідромеліоративних заходів.

У складних природно-технічних системах, до яких відносяться і гідромеліоративні системи на осушуваних землях (ГМС), вибір режимно-технологічних та технічних рішень на різних рівнях прийняття їх у часі повинен ґрунтуватися на використанні відповідної метеорологічної інформації з метою вибору кліматологічно оптимальних стратегій управління такими системами в багаторічному та внутрішньовегетаційному перерізі.

Для осушуваних територій з близьким заляганням ґрунтових вод, на яких розміщені осушувальні системи України, погодно-кліматичні умови безпосередньо приймають участь у формуванні водного режиму ґрунтів і ґрунтових вод, визначаючи напрямок перебігу ґрунтових процесів як у природному стані, так і в окремі технологічні періоди вирощування сільськогосподарських культур.

Оскільки вирішальний вплив на формування водного і загального природно-меліоративного режимів меліорованих земель та врожаю вирощуваних культур у багатьох випадках спричиняють саме кліматичні або погодні умови, необхідно мати у своєму розпорядженні дані про їх реалізацію для відповідного об'єкта як за ряд попередніх років ретроспективних спостережень, так і на прогнозований період функціонування системи. Кількість таких реалізацій та вибір конкретних років залежать від багаторічної міжсезонної варіабельності метеорологічних умов і, безсумнівно, повинні охоплювати всі типові для даного регіону їх виявлення. У зв'язку з цим, прогнозування погодно-кліматичних умов є невід'ємною умовою реалізації оцінки загальної ефективності функціонування ГМС.

Для вирішення поставленого завдання був спланований та здійснений широкомасштабний машинний експеримент на ЕОМ за багаторічними ретроспективними та сучасними даними спостережень у зоні Житомирського Полісся. При цьому використані моделі прогнозування оцінки на довготерміновій основі нормованого розподілу у багаторічному та внутрішньовегетаційному перерізі основних метеорологічних

характеристик за методами, інформаційним та програмним забезпеченням з їх реалізації на ЕОМ, розробленими на кафедрі природооблаштування та гідромеліорації НУВГП.

Були сплановані та реалізовані такі варіанти дослідження:

- **варіант 1 – «Base»:** характеристика основних метеофакторів за період вегетації (IV-X місяці), отриманих за багаторічними ретроспективними даними (1891-1964 рр.);

- **варіант 2 – «Transitional»:** нормовані середньобагаторічні значення величин основних метеофакторів та їх розподілу за період вегетації (1947-1990рр.);

- **варіант 3 – «Recent»:** динаміка та нормовані середньобагаторічні значення величин основних метеофакторів та їх розподіл за період вегетації отримані в сучасних умовах за 1991-2015 рр.;

- **варіант 4a – «CCSM» та варіант 4b – «UKMO»:** нормовані середньобагаторічні значення величин основних метеофакторів та їх розподіл за період вегетації, отриманих з урахуванням наявних та можливих змін клімату, згідно рекомендацій академіка М.І.Ромашенка (2003р.), за моделями Канадського кліматологічного центру «CCSM» – як більш сприятливий прогноз, та Метеорологічного бюро Об'єднаного королівства «UKMO» – як менш сприятливий прогноз, що передбачають підвищення середньорічної температури повітря відповідно на 4°C та 6°C – при подвоєнні вмісту CO₂ в атмосфері.

Доцільність застосування моделей «CCSM» та «UKMO» при відповідних прогнозних режимних розрахунках підтверджується тим, що вони враховують як менш, так і більш критичні сценарії змін погоднокліматичних умов та якнайкраще узгоджуються із використаними моделями прогнозу оцінки нормованого розподілу основних метеорологічних характеристик у багаторічному та внутрішньовеgetаційному перерізах.

Прогноз здійснено для п'яти типових груп періодів вегетації розрахункових років щодо загальної тепло- та вологозабезпеченості (дуже вологий – 10%, вологий – 30%, середній – 50%, сухий – 70%, дуже сухий – 90%) за такими основними метеорологічними характеристиками як температура повітря, опади, відносна вологість та дефіцит вологості повітря, фотосинтетичноактивна радіація (ФАР), коефіцієнт вологозабезпеченості (відношення суми опадів до сумарного випаровування).

Згідно отриманих результатів щодо порівняльного відносного оцінювання змін сучасних та прогнозованих вегетаційних значень основних метеорологічних характеристик по розрахункових роках та в середньому між ними у досліджуваних умовах можна зробити такі висновки:

- **щодо опадів:** у перехідних умовах («Transitional») порівняно з базовим варіантом («Base») має місце зменшення кількості опадів по всіх розглянутих розрахункових роках (від 0,47% у сухий – 70% до 17,9% у вологий – 30%), що в середньому складає 5,30%. Щодо сучасних умов («Recent»), то тут має в цілому деяке збільшення опадів (при їх зміні від – 2,80% у дуже вологий – 10% до 11,87% у дуже сухий – 90%), що в середньому складає 4,07%. Відповідно за прогнозними варіантами також можливе часткове збільшення опадів по всіх розрахункових роках, яке в середньому складає для («CCSM») – 1,69% та («UKMO») – 7,47%;

- **щодо температури повітря:** то у всіх розглянутих варіантах має місце підвищення температури повітря як по розрахункових роках, так і в середньому – менш виражене у сучасних умовах («Transitional»)- 1,75%, більш виражене у сучасних умовах («Recent») -4,84% і значно збільшується у прогнозованих і за («CCSM»)- 24,59% та «UKMO» - 34,93%;

- **щодо температури повітря:** у всіх розглянутих варіантах має місце підвищення температури повітря як по розрахункових роках, так і в середньому – менш виражене у перехідних умовах («Transitional»)- 1,75%, більш виражене у сучасних умовах («Recent») -4,84% і значно збільшується у прогнозованих і за («CCSM»)- 24,59% та «UKMO» - 34,93%;

- **щодо дефіциту вологості повітря:** характер зміни даного показника аналогічний зміні температури повітря з деякими відхиленнями за розрахунковими роками та в середньому: для («Transitional»)-0,83%; («Recent»)- 5,44%; для «CCSM» збільшення складає 22,8 %, а для «UKMO» – 27,19%;

- **щодо відносної вологості повітря:** відповідно у перехідних умовах («Transitional») дещо зростає 0,83% в середньому та зменшується в сучасних умовах («Recent») на 2,09%, а також за прогнозами «CCSM» - 2,09 %, а для «UKMO» – 6,9%;

- **щодо ФАР:** характер зміни даного показника узгоджується зі зміною температури повітря з дещо меншою інтенсивністю зростання: для умов («Transitional»)-1,09%; («Recent»)- 3,03%; «CCSM»- 15,98 %, «UKMO» – 22,57%;

- **щодо коефіцієнта вологозабезпеченості:** характер і величина зміни кількості опадів та дефіциту вологості повітря як по розрахункових роках, так і в середньому зумовлюють його деяке зниження у перехідних- («Transitional»)-6,84%, та менш виражене зниження у сучасних умовах -(«Recent»)- 1,14%; але дуже істотне зниження у прогнозованих «CCSM» - 17,19 % та «UKMO» – 15,49% умовах.

Відповідно аналіз динаміки зміни метеорологічних показників за 1991-2015рр. щодо визначених їх норм за варіантами досліджень, вони свідчать про таке:

- **щодо опадів:** простежується значна амплітуда їх коливань за розглянутий період від 192мм у 2015р. до 615мм у 1999р. при середньо багаторічній нормі стосовно рівнів «Base», «Transitional» та «Recent» близько 440 мм з чітко вираженими максимумами у 1991р.- 583мм, 1999р. та 2006 -2006рр. (відповідно 523мм; 568мм та 585мм). За цими сплесками з невеличкою амплітудою мало місце виражене зниження кількості опадів десь до 300мм з чітко вираженим відповідним трендом за весь досліджуваний період. При

цьому прогнозовані норми за моделями «СССМ» та «УКМО» вже знаходяться у межах сучасних коливань середньорічних значень;

- **щодо температури** повітря: має місце цілком протилежна картина, її підвищення з відносно невеликою зміною амплітуди від 13,5 °С у 1991 р. до 14,5°С у 2015р з відповідним чітко вираженим трендом. Найменші значення мали місце у 1993р. -13,1°С та 1997р. – 13,0 °С, найбільші: у 1991р. -15,1°С у 2002р. -15,0°С, 2007р. – 15,1°С, 2010р. – 15,0°С та 2012р.-15,3°С. При цьому середньорічні температури повітря за розглянутий період часу не досягають прогнозованих значень за моделями «СССМ» та «УКМО»;

- **щодо дефіциту вологості повітря**: динаміка зміни дефіцитів вологості повітря в цілому відображає характерні особливості зміни амплітуди коливань за температурою повітря: дефіцит вологості досягає першого та другого максимумів у 2002 та 2005 рр., які складають відповідно 1118 мм при середньовеgetаційному значенні 5,30 мм та 1112 мм при середньовеgetаційному значенні 5,20 мм. Після 2005 р. середньорічні значення дефіциту вологості дещо знижуються та мають незначну амплітуду коливань, а за тим спостерігається різке підвищення до третього максимуму у 2012 р.– відповідно 1193 мм або 5,60 мм. При цьому середньобагаторічна величина дефіциту вологості повітря за моделлю «Base» менша середньорічних норм за моделями «Transitional» та «Recent», а його відповідні норми за моделями «СССМ» та «УКМО» вже знаходяться у межах сучасних коливань середньорічних значень;

- **щодо відносної вологості повітря**: спостерігається протилежна ситуація щодо динаміки зміни відносної вологості повітря, тут два перші максимуми близько 78 % мають місце у 1991 та 1998 рр., після яких відбувається стрімке зниження її до першого та другого мінімумів близько 68 % у 2005 та 2012 рр. При цьому середньобагаторічна величина відносної вологості повітря за моделлю «Base» є вищою середньорічних норм за моделями «Transitional» та «Recent», а її відповідні норми за моделями «СССМ» та «УКМО» знаходяться за межами сучасних коливань її середньорічних значень.

У цілому прогнозовані значення розглянутих метеорологічних характеристик щодо опадів та дефіциту вологості повітря за моделями «СССМ» та «УКМО» в зоні Житомирського Полісся, за виключенням температури повітря та відносної вологості повітря, вже знаходяться в межах їх сучасних коливань і навіть перевищують їх за окремими позиціями, що свідчить про стійку тенденцію зміни кліматичних умов у даному регіоні.

Такі зміни основних метеорологічних факторів значно впливають на зміни вологозабезпеченості даного регіону. Як показують проведені дослідження та поточні спостереження у зоні Житомирського Полісся показник вологозабезпеченості тільки за період 2008-2015 рр. змінився щодо періоду 1991-1998 рр. відповідно з 0,83 до 0,56 при середній багаторічній нормі його значення 0,86, досягнувши у 2015 р. значення 0,30. Такі істотні зміни погодно-кліматичних умов беззаперечно визначають за необхідне вироблення низки адаптивних заходів, які мають бути враховані при створенні та функціонуванні водогосподарсько-меліоративних об'єктів. Наведені дані переконливо свідчать про те, що більшість значень метеорологічних характеристик, крім температури і ФАР, за розрахунковими роками та в середньому між ними вже в сучасних умовах знаходяться або в зоні, або на рівні прогнозованих їх величин за умовами зміни клімату. Отримані результати порівняльної оцінки формування погодно-кліматичних умов у зоні Житомирського Полісся за варіантами їх досліджень свідчать про те, що по всіх основних метеорологічних показниках, за виключенням відносної вологості повітря, насамперед це стосується температури повітря, як визначального фактора сучасних змін клімату, а також ФАР, як її похідної, вже відбуваються зміни, які у найближчій перспективі можуть перевищувати 10-відсотковий критичний екологічний поріг, що може призвести до відповідних незворотних змін в екологічному стані довкілля в зоні Полісся.

Встановлено, що при наявних темпах та рівнях змін погодно-кліматичних умов слід очікувати погіршення природно-меліоративних умов взагалі як у зоні Житомирського Полісся, так і України в цілому. Це неминуче відобразиться на функціонуванні водогосподарських об'єктів у результаті відповідних змін еколого-економічного ресурсу, що потребує розробки адаптивних технічних та режимно-технологічних заходів з управління цими об'єктами через відповідні комплексні наукові галузеві, державні та міждержавні дослідження і програми.

Тому питання підвищення ефективності функціонування водогосподарських об'єктів слід нероздільно розглядати з оцінкою і прогнозом погодно-кліматичних умов як на сучасному етапі реалізації кліматичної ситуації, так і в умовах можливих змін клімату як у найближчій, так і віддаленій перспективі.