

УДК 504.4.06;504.53.06

ВОДНИЙ БАЛАНС ЯК ФОРМА СЦЕНАРІЮ УПРАВЛІННЯ ВИКОРИСТАННЯМ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

Ю.О. МИХАЙЛОВ, д-р. тех. наук,
А.М. ШЕВЧЕНКО, канд. с.-г. наук,
Ю.Ю. ДАНИЛЕНКО, канд. тех. наук,
С.М. ЛЮТНИЦЬКИЙ
Інститут водних проблем і меліорації НААН
В.О. БОГАЄНКО, канд. тех. наук
Інститут кібернетики НАНУ

Запропоновано метод підготовки сценаріїв управління використанням водних ресурсів на зрошуваних землях. На підставі розгляду інтегрованого управління використанням водних ресурсів, як процесу збалансування забору води на об'єкти планування з її подальшим споживанням за вимог мінімізації технологічно обґрунтованих фільтрації та скиду, в основу сценарію управління покладено балансовий принцип, згідно з яким формою вираження сценаріїв є водогосподарські баланси. Методичний підхід передбачає оцінювання поточного стану водних ресурсів на підставі складання поточних водогосподарських балансів та визначення відповідних показників водокористування, встановлення сталих тенденцій зміни останніх від чинників, що їх обумовлюють.

Ключові слова: водні ресурси, водний баланс, водокористування, сільська територія, сценарне управління

Постановка та стан проблеми. Ефективне управління використанням водних ресурсів є надзвичайно важливим чинником забезпечення економічного та соціального розвитку країни, збереження її природного середовища. Проблема особливо актуальна для аграрного сектора України. Розвиток сільськогосподарства, з одного боку, значною мірою залежить від наявності й якості водних ресурсів, особливо за сучасних змін клімату, з іншого боку, спричиняє додатковий антропогенний тиск на водні ресурси та екосистеми, що потребує розроблення методів управління цим життєво важливим ресурсом.

Управління, як технологічний процес, складається з прогнозування змін стану об'єкта (процесу) управління на дії суб'єкта управління, формування суб'єктом плану адекватного реагування на такі зміни у вигляді графіків управління основними технологічними процесами, контролю результатів управління з можливістю коригування методу прогнозування або складання плану.

При розробці управлінських рішень достатньо широкого застосування набув метод сценаріїв, який дає можливість оцінити найбільш вірогідний хід розвитку подій і можливі наслідки прийнятих рішень. Сценарій не є прогнозом чи передбаченням, це сукупність варіантів можливого розвитку ситуації в майбутньому та спроба встановити послідовність подій, що їх зумов-

люють, і зв'язків, унаслідок яких дані події можуть відбуватися.

Сценарій є одним з інструментів, які допомагають включити в процес планування чинник невизначеності майбутніх подій. Сценарій – це правдоподібний і часто спрощений опис можливих шляхів майбутнього розвитку на основі узгодженого і внутрішньо пов'язаного набору припущень по відношенню до рушійних сил і ключових взаємозв'язків [1].

Сценарний підхід запропоновано у 1964 р. Берже, який представив концепцію сценарного планування як нового методу прогнозування [2]. Найбільше застосування він знайшов у стратегічному плануванні розвитку компаній. Так, М. Ліндгрєн і Х. Бандхольд [2] вважають сценарне планування поєднанням сценарного аналізу і стратегічного планування, спрямованим на систематичне вивчення альтернативних напрямів розвитку зовнішнього оточення та наслідків. Сценарне планування здебільшого розглядається як інструмент управління, зокрема стратегічного планування, або як управлінська модель.

Що стосується природних процесів, то для них теж можна скористатись термінологією сценарного підходу. Відомо, що процеси, в яких задіяні природні чинники (опади, випаровування тощо), за своїм результатом є часто непередбачуваними. Тобто, з певною

вірогідністю можна стверджувати, що бажаний результат може бути досягнутий за умов зміни відомих змінних, але майже неможливо передбачити, коли і де конкретно ці зміни відбудуться.

Природні процеси та їх результат, з позиції суб'єкта, що за ними спостерігає, протікають безальтернативно, але їх прогнозування вимагає розгляду вірогідних напрямів розвитку з різними результатами.

Сценарій є способом аналізу складних процесів, де задіяна множина чинників, які у складній варіації впливають один на одного, що в повній мірі відноситься до формування водних ресурсів сільських територій та їх водного балансу. Тому найбільш доцільним є превентивне управління використанням водних ресурсів за наперед розробленими сценаріями.

Останніми роками сценарний підхід все ширше застосовують при вирішенні питань бачення майбутнього стану водних ресурсів, оцінюванні ефективності заходів щодо їх охорони від забруднення тощо, зокрема при виконанні міжнародних проектів, складанні планів управління річковими басейнами та ін. [3-6]. Так, у рамках міжнародного проекту «Розробка водних сценаріїв для Європи та сусідніх країн до 2050 року» (SCENES) для АР Крим були розроблені концептуальні якісні водні сценарії за методикою глобального екологічного огляду (GEO-4), як опис альтернативного бачення (імовірних варіантів) майбутнього стану водних ресурсів за певними обраними сценаріями соціально-економічного розвитку суспільства [4].

Мета досліджень – розроблення методу підготовки сценарію управління водним балансом сільської території в умовах зрошення.

Методика досліджень базується на застосуванні ретроспективних водобалансових розрахунків та статистичному аналізі їх результатів з відповідним імовірнісним прогнозом розвитку процесів надходження води та її споживання.

Результати досліджень. Сценарне планування є описом послідовності управлінських дій, завдяки яким у суб'єкта управління формується уява про те, як можна впливати на процеси утворення та використання водних ресурсів для досягнення поставленої мети. Отже, сценарний підхід за своєю суттю можна розглядати як алгоритм поведінки суб'єктів управління для запобігання надно-

рмативним відхиленням показників водокористування від їх критеріїв.

Виходячи з уяви, що раціональне управління використанням водних ресурсів полягає у збалансуванні забору і споживання води з дотриманням вимог мінімізації втрат на фільтрацію та скид (поверхневий стік), в основу сценарного підходу авторами покладено принцип, за яким формою представлення сценаріїв є водний баланс. Обґрунтування найбільш доцільного сценарію має базуватись на сталих тенденціях у часових та просторових змінах водобалансових елементів залежно від коливань сумарного водонадходження.

Балансовий підхід вимагає точного визначення меж балансового об'єму та зміни його водності, що може бути забезпечено в межах замкненого гідрометричного контуру з ефективною системою водообліку. Аналіз наявного інформаційного забезпечення засвідчив, що нині цим вимогам задовольняють лише території зрошувальних систем.

Сценарне планування розпочинають з ретроспективного аналізу даних, які характеризують структуру водного балансу залежно від обсягу забору води на територію та умов її природного зволоження атмосферними опадами.

Далі виявляють найбільш значущі чинники впливу на водний баланс і характер такого впливу шляхом пошуку пар балансових елементів з найбільш тісними кореляційними зв'язками між ними. Такий аналіз доцільно доповнювати встановленням кореляційних зв'язків між показниками та індикаторами стану процесів водокористування на сільських територіях.

Аналіз вважається завершеним, якщо буде встановлено чинники, завдяки керованим змінам яких мінімізуються непродуктивні витрати води, зокрема безповоротне водоспоживання, фільтрація та водовідведення.

Як правило, із збільшенням водонадходження зростатимуть з різною інтенсивністю усі витратні елементи водного балансу. Атмосферні опади є некерованим чинником, але чим їх більше, тим менша потреба у водозаборі, принаймні на потреби зрошення, що, в свою чергу, зменшує обсяги водонадходження.

Наступним кроком є складання водного балансу оптимізованої структури на різну забезпеченість за дефіцитом водоспоживання зрошуваних сільськогосподарських культур.

Як правило, таким вимогам відповідає водний баланс, якому відповідає максимальний за величиною коефіцієнт корисного використання водних ресурсів.

Альтернативні сценарії відповідають вірогідним змінам водозабору внаслідок коливань по роках та сезонах кількості атмосферних опадів. Тому криві забезпеченості водозабору корелюють з аналогічними кривими дефіциту водоспоживання. Це дає підстави оперувати сценаріями, які, за суттю, є водними балансами 25-, 50-, 75- та 95- відсоткової забезпеченості.

Такий метод відпрацьований нами на прикладі зрошуваних земель Херсонської області, при цьому використано авторську комп'ютерну програму водобалансових розрахунків.

Метод і програма передбачають оцінювання поточного стану використання водних ресурсів на підставі складання поточних водних балансів з визначенням показників водокористування: коефіцієнта корисного використання водних ресурсів, коефіцієнта корисного використання вод цільового призначення (зокрема зрошувальних вод), коефіцієнта водовідведення, коефіцієнта забезпечення вологою цільових потреб (наприклад, відновлення запасів вологи кореневмісного шару ґрунту) [7], а також показника антропогенного навантаження на водні ресурси. Встановлюють сталі тенденції у зміні перерахованих коефіцієнтів.

Принципова схема підготовки сценарію управління використанням водних ресурсів показана на рис. 1.



Рис. 1. Принципова схема розроблення сценаріїв управління використанням водних ресурсів

За результатами водобалансових розрахунків нами складено водний баланс зрошуваних земель Херсонської області за вегетаційні сезони 2000-2013 років. Їх аналіз дозволяє визначити, що пріоритетним сценарієм управління використанням водних ресурсів має бути водний баланс оптимізованої структури, розрахований на групову норму водоспоживання-нетто та відповідну їй норму водовідведення. Оптимізація водного балансу

полягає також у додержанні норми подачі води на об'єкти управління, що досягається завдяки запобіганню наднормативним скидам води, підйому рівня ґрунтових вод вище критичних глибин їх залягання.

Тому розробці сценарію має передувати ретроспективний аналіз структури водного балансу, виявлення емпіричних зв'язків між його прибутковими та витратними елементами. Користуючись результатами кореляцій-

ного аналізу можна спрогнозувати найбільш вірогідні зміни елементів водного балансу за різного природного зволоження території.

Сталі тенденції у використанні водних ресурсів визначають ретроспективним аналізом даних, які характеризують:

- зв'язок витратних елементів водного балансу території з сумарним надходженням на неї води, у тому числі атмосферних опадів;

- зв'язок показників і критеріїв використання водних ресурсів із сумарним надходженням води;

- зв'язок відхилень між показниками та критеріями використання водних ресурсів із відхиленнями від норми водоподачі-брутто на територію.

Залежності матимуть вигляд кривих, наведених на рис. 2-4.

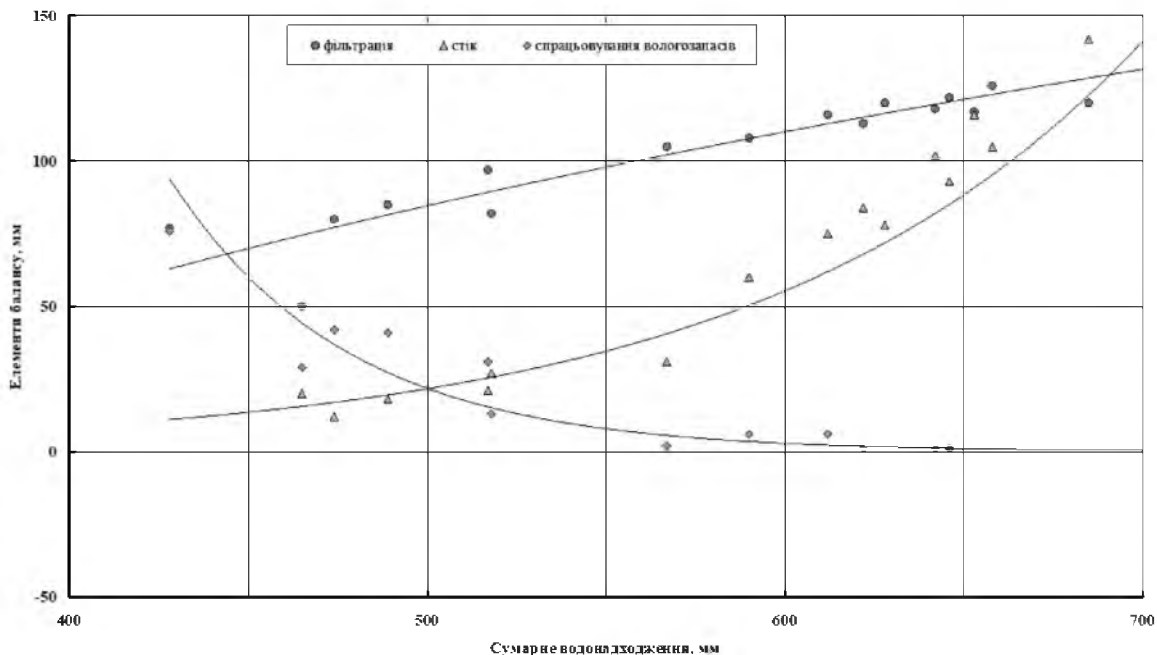


Рис. 2. Зв'язок витратних елементів водного балансу з сумарним надходженням води на територію

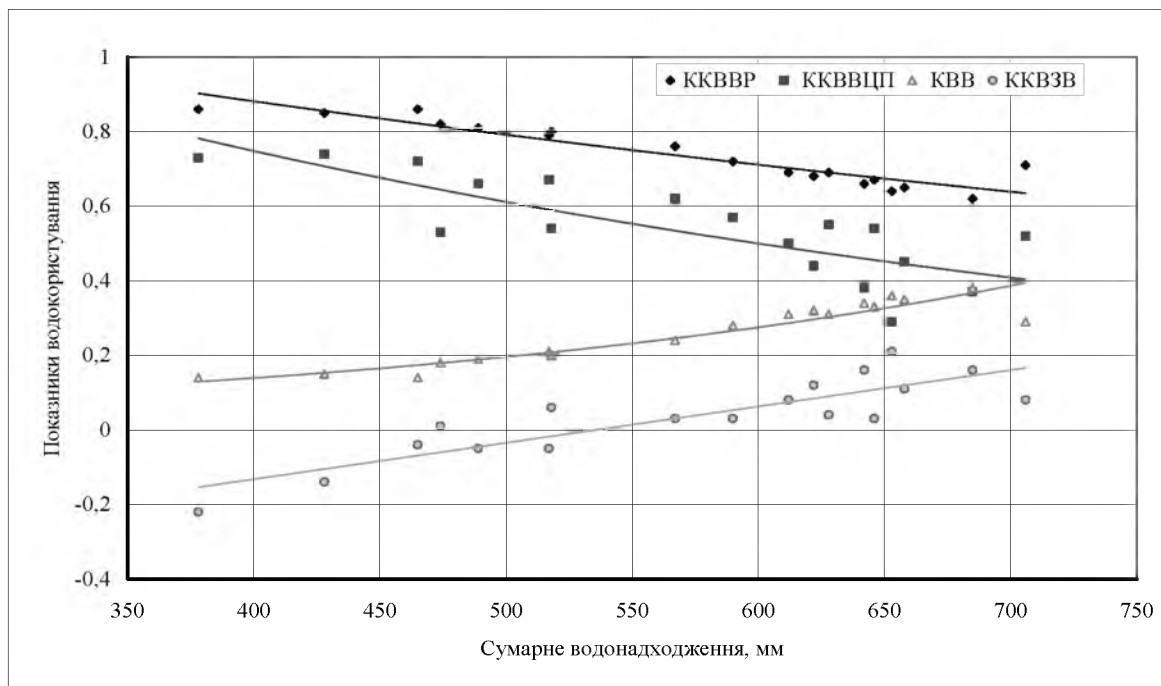


Рис. 3. Вплив сумарного водонадходження на показники використання водних ресурсів

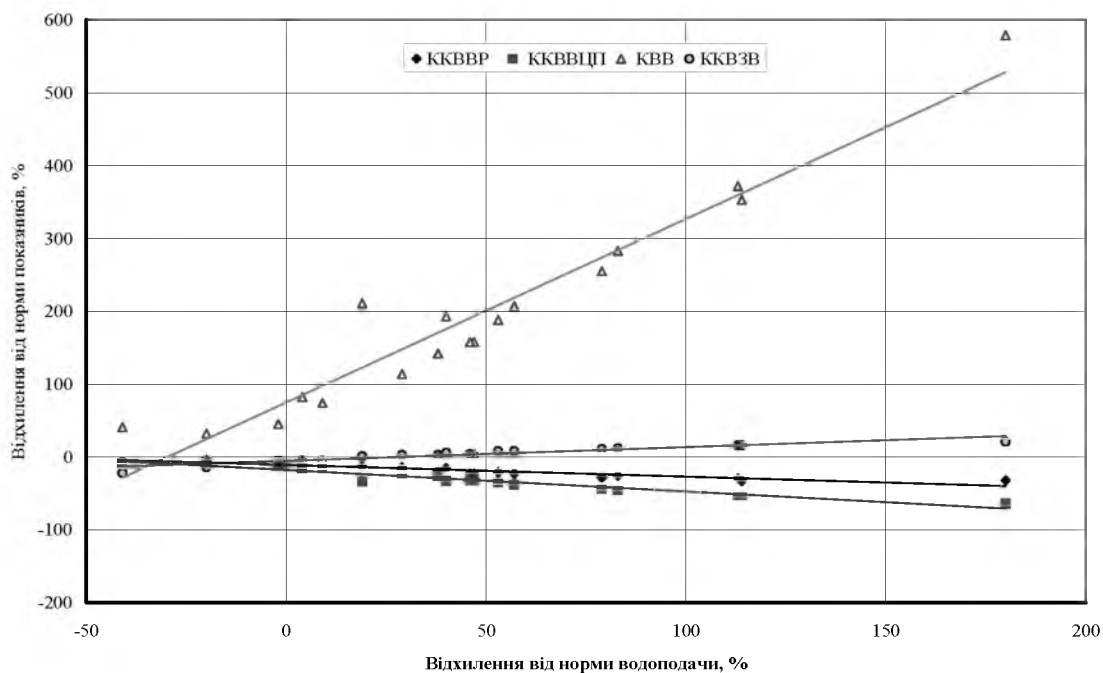


Рис. 4 Відхилення показників використання водних ресурсів від їх умовно нормативних значень залежно від аналогічного відхилення водоподачі-брутто

Реалізація сценаріїв зводиться до управління надходженням води на територію в обсягах, за яких мінімізуються витратні елементи водогосподарського балансу і досягається максимум коефіцієнта корисного використання водних ресурсів.

Відхилення показників водокористування від їх технологічно обґрунтованих значень корелюють з аналогічними відхиленнями, розрахованими для сумарного надходження води на територію.

Пріоритетність цільового сценарію можна оцінити за відхиленням між поточними та цільовими показниками водокористування.

Від'ємні значення величини відхилення свідчать про те, що фактичні значення показників водокористування менше їх норми.

Висновки. Водний баланс, розрахований на різну забезпеченість за дефіцитом водоспоживання сільськогосподарських культур, є основним сценарієм превентивного управління використанням водних ресурсів в умовах стохастичної природи процесу формування водонадходження і водоспоживання.

Пріоритетним вважають сценарій, за умов додержання якого коефіцієнт корисного використання водних ресурсів є максимальним.

Бібліографія

1. *Руководство по водным ресурсам и адаптации к изменению климата. ЕСЕ/МР. WAT/30.* – Издание ООН: Нью Йорк, Женева, 2009. – 129 с.
2. *Линдгрен М. Сценарное планирование. Связь между будущим и стратегией / М. Линдгрен, Х. Бандхольд.* – М.: Олимп – Бизнес, 2009. – 256 с.
3. *Сценарії використання водних ресурсів для зрошення / О. І. Жовтоног, Л. А. Філіпенко, І. К. Шостак, В. В. Поліщук // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 2. – С.57-62.*
4. *Жовтоног О. Кількісні та якісні водні сценарії для АР Крим / О. Жовтоног, В. Ляшевський, В. Поліщук // Прогресивні методи управління водними ресурсами для сільськогосподарського виробництва та розвитку сільських територій. – Львів, 2009. – С.16.*
5. *Жовтоног О.І. Інтегроване управління водними та земельними ресурсами на сільських територіях для забезпечення сталого розвитку зрошення / О.І. Жовтоног // Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. – К.: Аграрна наука, 2009. – С.536-550.*

6. План інтегрованого управління басейном р. Тиса. – Міжнародна комісія із захисту річки Дунай / Відповід. за укр. видання О. Ярошевич. – 150 с.

7. Методичні рекомендації з інтегрованого управління використанням водних ресурсів за басейново-адміністративним принципом.- К.: ЦП «Компринт», 2015. – 46с.

Ю.А. Михайлов, А.Н. Шевченко, Ю.Ю. Даниленко, С.Н. Лютницький, В.О. Богаєнко
Водный баланс как форма сценария управления использованием
водных ресурсов в условиях орошения

Предлагается метод подготовки сценариев управления использованием водных ресурсов на орошаемых землях. На основании рассмотрения интегрированного управления использованием водных ресурсов, как процесса сбалансирования забора воды на объекты планирования с ее последующим потреблением при необходимости минимизации технологически обоснованных фильтрации и сброса, в основу сценарного управления положен балансый принцип, согласно которому формой выражения сценариев являются водохозяйственные балансы. Методический подход предполагает оценки текущего состояния водных ресурсов на основании составления текущих водохозяйственных балансов и определения соответствующих показателей водопользования, установления постоянных тенденций изменения последних от факторов, которые обуславливают формирование приоритетных (оптимальных) сценариев.

Y.O. Mykhaylov, A.M. Shevchenko, I. Y. Danylenko, S.N. Liutnytskyi, V.O. Bohaienko
Water balance as a form of scenario for irrigation water use management

Authors proposed the method of scenarios preparation for managing the use of water resources on irrigated lands. The approach is based on the consideration the integrated management of water resources use as a process of balancing water intake for objects with it next consumption, with requirements to minimize technological filtration and discharges. The Scenario of management is based on the balance principle, according to which water management balances are the form of scenarios expression. The methodological approach involves assessing the current state of water resources on the basis of compiling current water balance sheets and determining appropriate water use indicators, establishing permanent trends in the latter from the factors determining the formation of priority (optimal) scenarios.