

**С.Д. Кузніченко**, канд. геогр. наук  
Одеський державний екологічний університет

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ СТОСОВНО ОПТИМІЗАЦІЇ ВОДООБМІНУ МІЖ ОЗЕРОМ КУГУРЛУЙ-ЯЛПУГ І Р.ДУНАЙ**

*У статті надані рекомендації щодо оптимального функціонування водойми Кугурлуй-Ялпуг, які стосуються врахування об'ємів скидання води з водойми в р. Дунай.*

**Ключові слова:** водний і сольовий режими, моделювання, мінералізація, експлуатаційні рівні води в озерах.

**Вступ.** Озеро Кугурлуй-Ялпуг є найбільшою природною прісноводною водоймою України. До середини 60-х років минулого сторіччя природний водообмін між р. Дунай і озером відбувався через природні протоки, що з'єднували його з річкою, а при високих рівнях - шляхом вільного переливу води через бровки русла. Динаміка рівнів води у водоймах відповідала їхній динаміці в річці, що забезпечувало хороший водообмін і високу якість води. Мінералізація озер Ялпуг і Кугурлуй була близькою до мінералізації дунайської води, особливо в періоди їхнього наповнення.

Низка водогосподарчих заходів, проведених наприкінці 60-х років минулого сторіччя, спричинила суттєві зміни в гідрологічному режимі озер, які у свою чергу негативно вплинули на їхній гідрохімічний стан. Після будівництва на місці проток, що з'єднували р. Дунай з озерами, штучних каналів зі шлюзами, рівневий режим озер набув відповідного зарегулювання. При цьому за даними Одеського обласного управління по водному господарству максимальні рівні води в озерах знизилися більш ніж на 1 м БС, а коефіцієнти водообміну - зменшилися вдвічі, що призвело до збільшення мінералізації води в озерах понад 2.0 г/дм<sup>3</sup> (у м. Болград) і підвищило ступінь забруднення Ялпуга.

Зараз якість води в системі озер у багатьох випадках не задовольняє вимогам, які ставляться до зрошувальних вод державними стандартами України. Відзначається зростання вмісту біогенних елементів і забруднювальних речовин, обумовлене використанням мінеральних добрив та ядохімікатів у сільському господарстві, а також надходженням господарсько-побутових стоків з населених пунктів і від промислових об'єктів без належного їхнього очищення. У середині 80-х і на початку 90-х років мали місце випадки масової загибелі риби та іншої водної біоти.

У зв'язку з цим актуальним при вирішенні цілої низки проблем, пов'язаних з відновленням і подальшим використанням природних ресурсів придунайських озер, у тому числі й Ялпуг-Кугурлуй, є дослідження гідрологічного і гідрохімічного режимів і розробка рекомендацій, спрямованих на підтримку оптимальних умов функціонування озер з урахуванням їхнього зарегулювання.

Рівень води в озерах регулюється правилами експлуатації, розробленими Облводгоспом і інститутом " Укрпівдендівводгосп", відповідно до яких він обмежується верхніми (НПР=2.8 м БС) і нижніми (РМО=1.5 м БС) значеннями їхнього наповнення та скидання. Для підтримки корисного об'єму оз. Кугурлуй з'єднується з річкою Дунай за допомогою трьох каналів зі шлюзами (Скунда, 105-й км і Репіда).

Вплив гідрохімічного і рівневого режимів р. Дунай на якість води в озерах був раніше досліджений автором на основі моделювання їхніх водно-сольових балансів [1]. Були оцінені основні складові балансів [2] і запропонована математична модель

функціонування водойми Кугурлуй-Ялпуг, за допомогою якої здійснена генерація часового ходу мінералізації в ньому за період 1963-2001 рр. [3]. Автором також розроблені рекомендації щодо оптимального функціонування водойми, які стосуються урахування впливу стоку річки Ялпуг [4] і об'ємів скидання води з водойми в р. Дунай [5] на мінералізацію системи озер.

Мета цієї роботи полягає в проведенні сценарного моделювання водно-солевих балансів при різних варіантах менеджменту для визначення оптимальних показників гідрологічного режиму системи озер.

**Матеріали і методи дослідження.** Докладний опис науково-методичної бази для визначення складових прибуткових і витратних статей водного балансу оз. Ялпуг-Кугурлуй представлено в [3].

Алгебраїчно рівняння водного балансу записане у вигляді

$$\begin{aligned} W_1 + V_p + V_{Ja} + V_b + V_g + V_{dr} + V_D &= \\ &= W_2 + V_E + V_T + V_f + V_N + V_Z + V'_D \pm V_{er}, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $W_1$  і  $W_2$  - об'єми води в озері на початок і кінець розрахункових періодів;

$V_p$  - надходження води на поверхню водойми за рахунок опадів;

$V_{Ja}$  - стік річки Ялпуг;

$V_b$  - бічний приплив з берегів озера і стік невеликих водотоків;

$V_g$  - ґрунтовий стік;

$V_{dr}$  - дренажний стік;

$V_D$  - приплив води з р. Дунай;

$V_E$  і  $V_T$  - випаровування з водної поверхні і транспірація водної рослинності;

$V_f$  - фільтрація в береги;

$V_N$  і  $V_Z$  - забір води з північної і південної частин озера;

$V'_D$  - скидання води з оз. Кугурлуй у р. Дунай;

$V_{er}$  - нев'язка водного балансу.

Рівняння солевого балансу, отримане з базового рівняння водного балансу водойми (1), має вигляд

$$\begin{aligned} W_1 S_1 + V_p S_p + V_{Ja} S_{Ja} + V_b S_b + V_g S_g + V_{dr} S_{dr} + V_D S_D &= \\ = W_2 S_2 + 0.15(S_1 + S_2) V_T + 0.5(S_1 + S_2) V_Z + 0.5(S_1 + S_2) V_N &+ \\ + 0.5(S_1 + S_2) V_f + V'_D S_D^{\frac{k+z}{2}}, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $S_1$  і  $S_2$  - середня по водоймі мінералізація води на початку і в кінці розрахункового інтервалу (місяця);

$S_p, S_{Ja}, S_b, S_g, S_{dr}, S_D, S_D^{\frac{k+z}{2}}$  - концентрації відповідних складових балансу;

$k$  - мінералізація в оз. Кугурлуй;

$z$  - мінералізація у південній частині оз. Ялпуг.

Визначення деяких складових водного балансу було проведено на основі матеріалів багаторічних досліджень Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії та інтегрованого моніторингу, виконаного в рамках проекту Tacis із березня 2001р. по

січень 2002 р. Моніторинг складався з декадних гідрохімічних зйомок, вимірів температурного режиму водойми, атмосферних опадів, стоку, хімічного складу води з невеликих водозборів та ін.

**Результати дослідження та їх аналіз.** Сценарне моделювання було виконано на прикладі водообміну з р. Дунай у 2001 р., тому що для цього року є найбільш повні вихідні дані складових водного балансу, а також 1990 р., який характеризувався надзвичайно низьким стоком р. Дунай, що практично виключало можливість наповнення водойми. Зокрема у 1990 р. рівень води у водоймі знизився під кінець року до позначки 1.11 м БС. У 1991 р. скидання води з водойми в річку Дунай проводилося в дуже обмежених об'ємах, що дозволило підвищити рівень до 2.89 м БС. Щоб уникнути подальшого підвищення рівня в озері в наступні 1992 і 1993 роки водообмін проводився в основному в режимі скидання з водойми в річку, що призвело до підвищення середньої мінералізації води у водоймі до 1.8 г/дм<sup>3</sup>.

У зв'язку з можливістю повторення подібних ситуацій потрібно мати на увазі, що при скиданні води з водойми до 1.5 м БС завжди є ймовірність того, що в наступні роки, у випадку дуже низького стоку р. Дунай, рівні в озері можуть бути нижчими позначки РМО, як це мало місце у 1990 році. Для оцінки можливих негативних наслідків такого сценарію було проведено моделювання водного і сольового балансів озера для двох суміжних років. У першому випадку восени скидання здійснювалося до позначки 1.5 м БС, а у другому - до 1.9 м БС.

Сценарій 1 - перший рік моделювався при середніх атмосферних опадах і випаровуванні, стоці р. Ялпуг і бічному припливі прийнятих для забезпеченості Р=50%, при початковому рівні води 1.5 м БС, початковій мінералізації 1.26 г/дм<sup>3</sup> і водообміні з р. Дунай на рівні 2001 року. Другий рік - при атмосферних опадах і випаровуванні, взятих згідно з моделлю маловодного року, прийнятих для забезпеченості Р=75% і водообміні з р. Дунай на рівні 1990 року.

Сценарій 2 - перший рік моделювався при середніх атмосферних опадах і випаровуванні, стоці р. Ялпуг і бічному припливі, прийнятих для забезпеченості Р=50%, при початковому рівні води 1.9 м БС, початковій мінералізації 1.26 г/дм<sup>3</sup> і водообміні з р. Дунай на рівні 2001 року. Другий рік - при атмосферних опадах і випаровуванні, взятих згідно з моделлю маловодного року, стоці р. Ялпуг і бічному припливі, прийнятих для забезпеченості Р=75% і водообміні з р. Дунай на рівні 1990 року.

Внутрішньорічні розподіли рівнів і мінералізації води у водоймі при моделюванні водного і сольового балансів озера за сценаріями 1 і 2 (для двох років) представлені на рис. 1, 2 і 3.

За результатами сценарного моделювання встановлено, що при скиданні води на кінець першого року до позначки РМО=1.5 м БС, на кінець другого (маловодного) року рівень води в озері може знизитись до 0.8 м БС (рис.1), а мінералізація води підвищитися до позначки 1.6 г/дм<sup>3</sup> (рис.3). Щоб уникнути подібних ситуацій бажано скидати воду з водойми не менш, ніж до відмітки 1.9 м БС, щоб у наступний маловодний рік на р. Дунай (при малому наповненні водойми) рівень води в озері не впав нижче відмітки 1 м БС. Це підтверджують результати повторно проведеного моделювання за сценарієм 2 з початковим рівнем води в озері 1.9 м БС, які представлені на рис.2. При цьому внутрішньорічні розподіли мінералізації за сценаріями 1 і 2 (рис.3) мають практично однаковий характер: протягом першого року моделювання мінералізація, яка була розрахована за сценарієм 2, трохи вище, ніж за сценарієм 1, але на початку другого року ці значення зрівнюються, а на кінець другого року моделювання мінералізація за сценарієм 2 навіть знижується до величини 1.53 г/дм<sup>3</sup>.

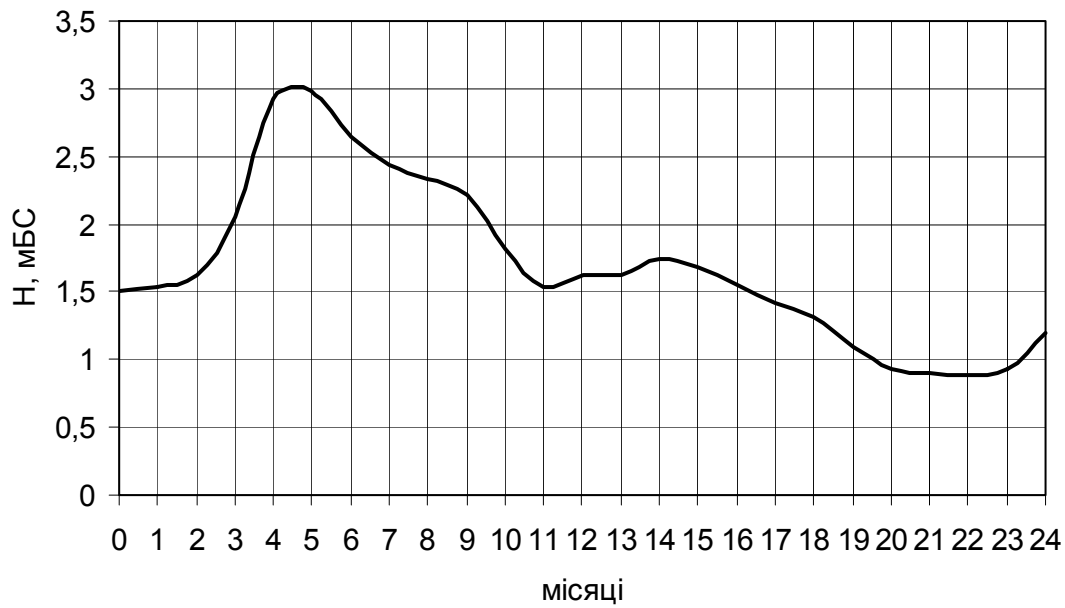


Рисунок 1 - Внутрішньорічний хід рівнів води у водоймі при моделюванні водного балансу озера за сценарієм 1 (для двох суміжних років) при  $H_1 = 1.5$  м БС.

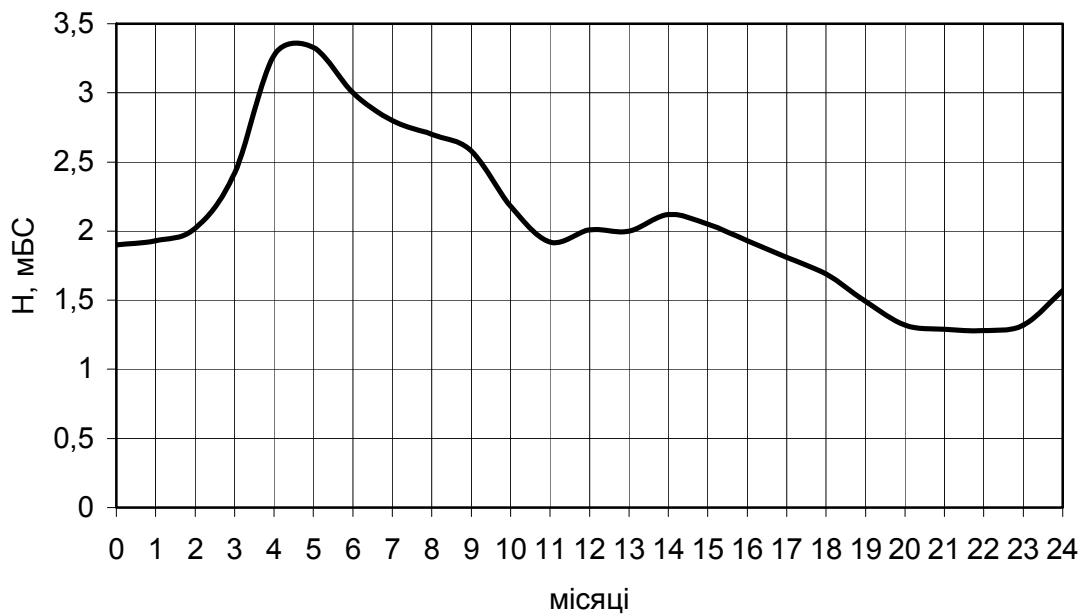


Рисунок 2 - Внутрішньорічний хід рівнів води у водоймі при моделюванні водного балансу озера за сценарієм 2 (для двох суміжних років) при  $H_1 = 1.9$  м БС.

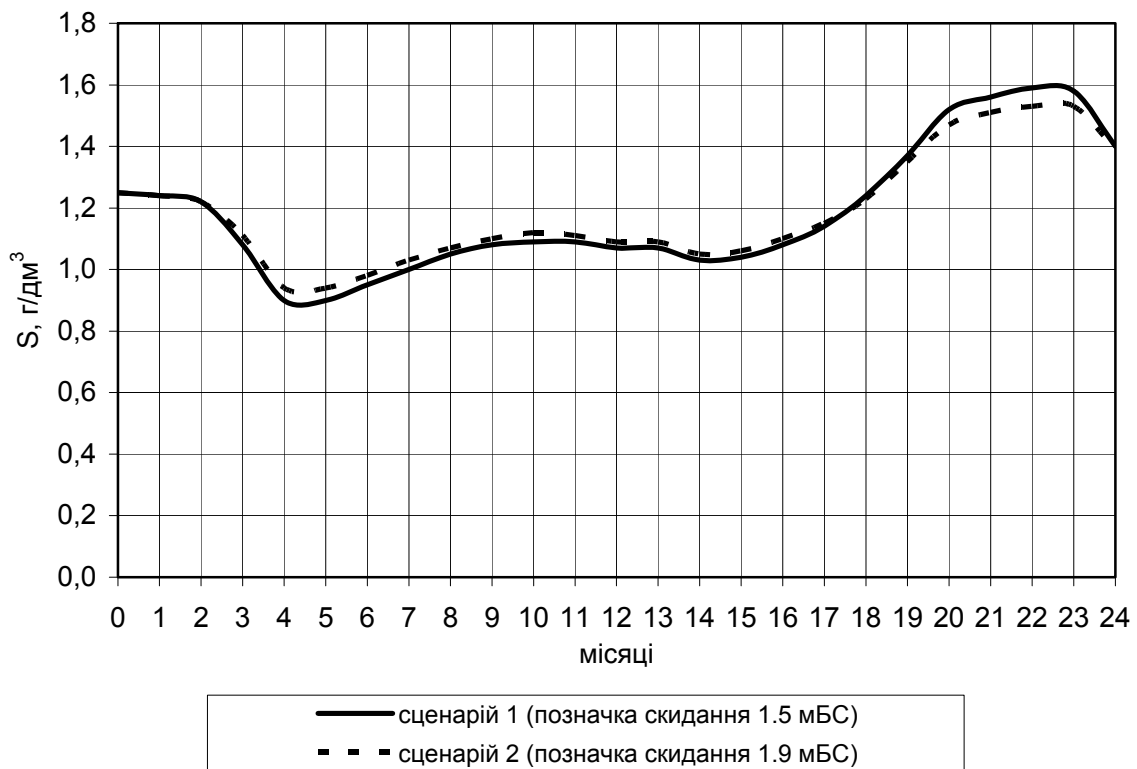


Рисунок 3 - Внутрішньорічний розподіл мінералізації води у водоймі при моделюванні водного балансу озера за сценаріями 1 і 2 (для двох суміжних років).

**Висновки.** В результаті сценарного моделювання гідрологічного і гідрохімічного режимів водойми Кугурлуй-Ялпуг встановлено, що у маловодні роки на річці Дунай при скидах води восени до позначки РМО=1.5 м БС можливе зниження рівнів води в озері у наступному маловодному році нижче 1 м БС, що досить негативно позначається на його гідрохімічному стані. У зв'язку з цим для підтримки експлуатаційних рівнів води в озерах протягом року доцільно скидання води у річку здійснювати до позначок не нижче 1.8-1.9 м БС.

### Список літератури

1. Гопченко Е.Д., Кузниченко С.Д. Изменчивость характеристик водного и гидрохимического режимов р.Дунай у г.Рени // Метеорологія, кліматологія та гідрологія.- 2004. – Вип.48.- С.376-386.
2. Гопченко Е.Д., Кузниченко С.Д. О моделировании водно-солевого режима озер Кугурлуй-Ялпуг // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2002. – Вип.46. – С.338-345.
3. Гопченко Е.Д., Кузниченко С.Д. Солевой режим озера Ялпуг-Кугурлуй в условиях искусственного зарегулирования // Вісник Одеського державного екологічного університету. – К.:КНТ, 2005. – Вип.1. – С.106-112.

4. Кузнiченко С.Д. Влияние стока реки Ялпуг на минерализацию системы озер Ялпуг-Кугурлуй // Материали міжнародної конференції „Гiдрометеорологія і охорона навколишнього середовища-2002”. Одеса, ОДЕКУ, 2002. - С.98-105.
5. Кузнiченко С.Д. Об эксплуатационном режиме озера Кугурлуй-Ялпуг // Метеорологія, кліматологія та гідрологія.- 2003. – Вип.47. – С.356-361.

**Обоснование мероприятий относительно оптимизации водообмена между озером Кугурлуй-Ялпуг и р.Дунай. Кузнiченко С.Д.**

*В статье даны рекомендации относительно оптимального функционирования водоема Кугурлуй-Ялпуг, касающиеся учета отметок сброса воды из водоема в р.Дунай.*

**Ключевые слова:** водный и солевой режимы, моделирование, минерализация, эксплуатационные уровни воды в озерах.

**Ground of measures on optimization of water management between the lake of Kugurluy-Yalpug and Danube. Kuznichenko S.**

*The recommendations about optimum water management of lake Kugurluy-Yalpug taking into account the volumes of upcast of water from the reservoir in Danube are given in this article.*

**Keywords:** water and salt regimes, simulation, mineralization, operating water levels of the lake.