



УДК 504.056

О. С. ВОЛОШКІНА, докт. техн. наук, учений секретарІнститут проблем національної безпеки при Раді національної безпеки
і оборони України, м. Київ**Т. В. КОТОВА**, асистент

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

СТАЛІСТЬ ЕКОСИСТЕМ В УМОВАХ ТЕХНОГЕНЕЗУ

Розглянуто довгострокові зміни водних екосистем для різних природно-сільськогосподарських зон України (за показником мінералізації). Визначено стійке перевищення циклічних змін гідрохімічних показників значних частин річкових басейнів та водних об'єктів. Відзначено стійке порушення зворотних зв'язків, що існують у природі, з урахуванням техногенних деформацій природних циклів в межах річкових басейнів або їх відносно самостійних частин. Введено поняття рівня техногенної деформації систем та перевищення їх ресурсної спроможності. Запропоновано враховувати складову техногенезу поряд з основними режимоутворюючими факторами в багаторічних природних трендах. Авторами запропонована методика визначення величини складової техногенезу в циклі багаторічних спостережень за мінеральним складом поверхневих вод. Обґрунтовано підходи щодо розробки гранично допустимих водно-екологічних навантажень на річкові басейни.

охорона навколишнього середовища, очисні споруди, БІС (біоінженерні системи), забруднення гідросфери, техногенна безпека

Згідно з класичним визначенням, у великих екосистемах створюється саморегулюючий гомеостаз за рахунок взаємодії кругообігів речовин і потоків енергії [1]. Виходячи з кібернетичної природи екосистем – гомеостатичний механізм – це зворотний зв'язок, який дозволяє (дає змогу) забезпечувати динамічну рівновагу і сталість, що існують у природі, з урахуванням природних циклів, стійке техногенне порушення яких за межі природних коливань може призвести до екологічних катастроф окремих регіонів.

У даній роботі намагаються дослідити, як екосистеми забезпечують зворотний зв'язок під впливом факторів антропогенного походження, яке у зв'язку з розвитком науково-технічного прогресу є досить впливовим на цей зв'язок і поступово посилюється.

Також постає питання кількісної оцінки того максимального навантаження, яке може призвести до суттєвої зміни окремих параметрів сталості екосистеми та визначення складової техногенезу поряд з основними режимоутворюючими факторами в багаторічних природних трендах. Дана робота присвячена зокрема дослідженням динамічної рівноваги водних екосистем, оскільки саме вони відіграють ключову роль у створенні сприятливої екологічної ситуації будь-якого регіону, і самоочисна здатність яких обумовлена як природними, так і техногенними фактора-

ми. Згідно з визначенням [3], під самоочисною здатністю розуміємо «сукупність природних, гідроекологічних, хімічних та біологічних процесів, які відбуваються в забруднених водних об'єктах і які націлені на відновлення початкового стану властивостей та складу води».

Завдання прогнозування поведінки окремих компонентів водної екосистеми за допомогою методів математичного моделювання з урахуванням змін її самоочисної спроможності в різних умовах вирішувало багато авторів [4–10 та ін.].

Більш близько до умов поставленого завдання зроблено підхід в роботі [2], де водні об'єкти були типізовані за інтенсивністю процесів самоочищення з врахуванням джерел забруднення, за допомогою емпіричних формул з деякими обмеженнями, і які були складені для апроксимації процесу самоочищення водойм. Досвід визначення антропогенної складової іонного стоку від впливу осушувальних меліорацій на хімічний склад річкових вод із урахуванням змін їх водності було надано в роботах Закревського Д.В., Мелешко В.І., Горєва В.І. [13–16]. Важливим моментом при визначенні даної складової є розрахунок поправки, яка враховує водність річки [13] і визначається за рівнянням:

$$a = \frac{Q_2 C_2}{Q_1 C_1},$$

де Q_1 і Q_2 – середньорічні витрати відповідно за перший і другий розрахунковий періоди; C_1 і C_2 – мінералізація води відповідно до витрат Q_1 і Q_2 згідно з побудованими залежностями $\sum C_i = f(Q)$.

Оскільки величина самоочисної здатності водного об'єкта є інтегральною складовою зі зміни концентрації окремих інгредієнтів, на першому етапі розглянемо зміни мінералізації поверхневих вод, приріст яких в пересічних довгострокових коливаннях в останні роки суттєво залежить від антропогенного тиску на навколишнє середовище. Так, наприклад, на приріст величини мінералізації поверхневих вод може повною мірою впливати техногенно змінений поверхневий стік із сільськогосподарських ланів; підвищення мінералізації в ґрунтових водах внаслідок господарської діяльності регіону (дренажний стік із зрошуваних угідь), які живлять поверхневі води, стічні

води різного походження, безповоротний водозабір тощо. Цей аналіз потрібно робити з врахуванням різних факторів техногенного впливу на зміни мінералізації в різних природно-кліматичних зонах, в яких знаходиться система, яка розглядається.

Згідно з поділом території України щодо використання у сільськогосподарському виробництві за сукупністю природних факторів (рельєфу, меж річкових басейнів, клімату та ґрунтів) і за продуктивністю та спеціалізацією сільськогосподарського виробництва [12] були побудовані залежності динаміки мінералізації у розрізі багаторічних спостережень для різних природно-сільськогосподарських зон України – зони посушливого Степу (мінералізація поверхневих вод визначалася з водозабору на озері Ялпуг) та зони Полісся (р. Ірпінь в/п «Мостище» та р. Десни с. Летки), які надані на рис. 1. та рис. 2.

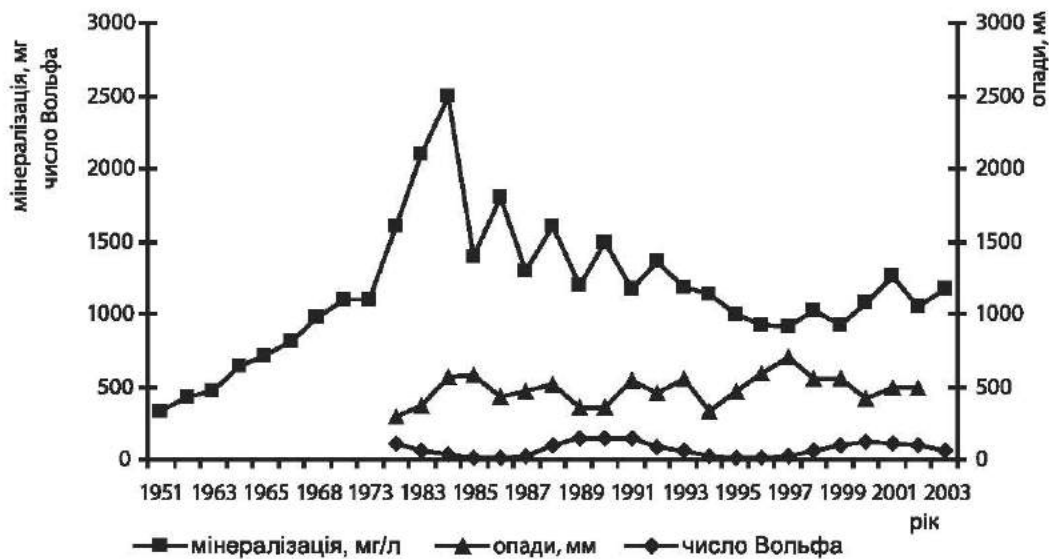


Рис. 1. Динаміка зміни мінералізації, опадів та числа Вольфа на озері Ялпуг в районі Болградського в/з

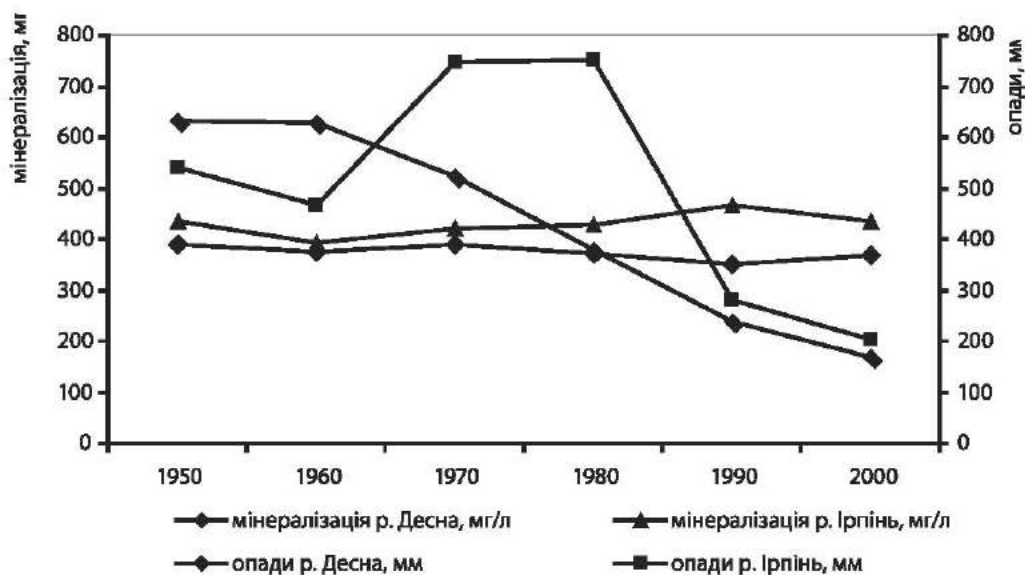


Рис. 2. Динаміка зміни мінералізації, опадів р. Десна, Київська обл., Броварський в/з та р. Ірпінь, в/п «Мостище»



На основі аналізу даних, наданих авторами в роботі [11], був визначений рівень техногенної деформації водного об'єкта, який дорівнює 792,2 мг/л та перевищення ресурсної спроможності системи зони Степу, що дорівнює 3,143 згідно з залежністю:

$$\text{Перевищення ресурсної спроможності системи} = \frac{\text{Рівень техногенної деформації системи}}{\text{Рівень максимального значення показників системи}}$$

Коли у зоні посушливого Степу точку біфуркації для подальших розрахунків можна визначити з більш-менш достатньою точністю [11], то в зоні Полісся, незважаючи на поступове збільшення з часом техногенного потоку ентропії, точка біфуркації визначається більш умовно, не на основі даного графічного матеріалу, а на основі аналізу поступового приросту величини антропогенного навантаження вздовж течії.

Але, незважаючи на поступове зменшення дренажної спроможності річок Полісся з часом та збільшення техногенного навантаження, приріст мінералізації в цих системах іде досить повільно, і, навіть, у верхніх річкових створах за течією перед великими містами не відчувається. Це пояснюється, перш за все, величиною підземного живлення цього регіону. Уявляється, що зміщення точки біфуркації в останні роки може бути пов'язано з глобальними змінами клімату і підвищенням водності останніх років.

На даний момент рівень техногенної деформації системи та перевищення ресурсної спроможності річок Полісся (басейну р. Ірпінь у створі Мостище та річок басейну р. Десна у створі с. Летки) дорівнює 1,1; тому можна

вважати, що системи знаходяться у відносній рівновазі стосовно цього гідрохімічного показника.

Слід відмітити значний стабілізуючий гідрохімічний потенціал досліджених частин басейну р. Ірпінь в умовах знижених техногенних навантажень (з 90-х років) та р. Десна:

при коливанні опадів в останні роки в 1,3 – 1,5 разів зміни мінералізації мають дуже повільний тренд (1,1 – 1,2 рази). Практично подібний режим змін гідрохімічних показників наближується до квазістабільного режиму.

Отримані дані дозволяють зробити такі висновки:

- наявність перевищення стабільності гідрохімічних показників значних частин річкових басейнів Полісся може служити основою для обґрунтування гранично допустимих водно-екологічних навантажень (або змін);
- сучасна динаміка гідрохімічних показників залежить від стійкості довгострокових змін гідрометеорологічних умов, гідрохімічної рівноваги донних відкладів і рівня розвантаження підземних вод.

На прикладі аналізу водних об'єктів двох різних природних сільськогосподарських зон стосовно окремого гідрохімічного показника можемо перекопатись, що у всіх випадках вплив техногенезу відчувається у зростанні рівня мінералізації і, хоча причини цього зростання у кожному випадку різні, вони відбуваються внаслідок господарської діяльності на даній території.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
2. Бородавченко И. И., Зарубаев Н. В., Васильев Ю. С. и др. Охрана водных ресурсов. – М.: Космос, 1979. – 247 с.
3. Зенин А. А., Белоусова Н. В. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 240 с.
4. Крапивин В. Ф., Свирежев Ю. М., Тарко А. М. Математическое моделирование глобальных биосферных процессов. – М.: Наука, 1982. – 227 с.
5. Лаврик В. И., Мережко Л. А., Сиренко Л. А., Тимченко В. М. Экологическая емкость и ее количественная оценка // Гидробиологический журнал. – 1991. – Т. 27. – № 3. – С. 13–23.
6. Лаврик В. И. Расчет и прогнозирование физико-химического состава поверхностных вод с помощью математического моделирования // Охрана окружающей среды от загрязнения промышленными выбросами ЦБП. – Л.: Б. и., 1985. – С. 9–13.
7. Лаврик В. И. Об одной математической модели определения и прогнозирования качественного состава поверхностных вод // Гидробиологический журнал. – 1986. – Т. 22. – № 2. – С. 75–78.
8. Марри Дж. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 397 с.
9. Моделирование и управление процессами регионального развития / Под ред. С. Н. Васильева. – М.: Физматгиз, 2001. – 432 с.
10. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – Киев: Наук. думка, 1994. – 368 с.
11. Волошкина О. С., Котова Т. В., Польовий А. Я. Вплив техногенезу на динаміку змін мінералізації поверхневих вод озера Ялпуг в районі Болградського водозабору // Екологія і ресурси. – К.: ІПНБ при РНБОУ, 2005. – № 11. – 142–147.
12. Географічна енциклопедія України. – К., 1990. – Т.3. – С. 90–91.

13. *Закревський Д. В.* Про залежність хімічного складу води від витрат річки // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – К.: Ніка-Центр, 2002. – Т. 3. – С. 185–187.
14. *Горев Л. Н., Пелешко В. И.* Методика гидрохимических исследований. – К.: Вища школа, 1985. – 215 с.
15. *Пелешко В. И.* Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод (на примере равнинной части Украины). – К.: Вища школа, Изд-во при Киев. ун-те, 1975. – 168 с.
16. *Закревский Д. В.* О влиянии осушительных мелиораций на состав химических веществ речных вод припятского Полесья Украины // Водные ресурсы. – 1991. – № 5. – С. 50–59.

Рассмотрены долгосрочные изменения водных экосистем для разных природно-сельскохозяйственных зон Украины [по показателю минерализации].

Определено стойкое превышение циклических изменений гидрохимических показателей значительных частей речных бассейнов и водных объектов. Отмечено стойкое нарушение обратных связей, которые существуют в природе, с учетом техногенных деформаций природных циклов в пределах речных бассейнов или их самостоятельных частей. Введено понятие уровня техногенной деформации систем и превышения их ресурсной возможности. Рекомендовано учитывать составную техногенеза наряду с основными режимообразующими факторами в многолетних природных трендах. Авторами предложена методика определения величины составляющей техногенеза в цикле многолетних наблюдений за минеральным составом поверхностных вод. Обоснованы подходы к разработке предельно допустимых водно-экологических нагрузок на речные бассейны.

Long-term changes of water ecosystem for different natural-agricultural regions of Ukraine (according to mineralization parameter) are considered. Constant excess of cyclic changes of hydrochemical parameters of river basins and water objects was determined. Break of opposite connections which have place in the nature in view of technogenic deformations of natural cycles within the limits of river basins or their independent parts is noted. Concept of technogenic deformation level of a system and excess of their resource opportunity were entered. We recommend taking into account the partial of technogenez along with the basic regime-forming factors in long-term natural trends. The authors propose the technique for determining the value of technogenez partial in the cycle of long-term supervision over mineral composition of surface waters. Approaches concerning the development of maximum permissible water-ecological loads on river basins were proved.