

## ОЦІНКА СИСТЕМИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору

### *Анотація*

*В роботі обґрунтовано методологію і методи оцінки гідроекологічної безпеки природно-техногенних екосистем та запропонована модель взаємозв'язку гідроекосистеми і природних ресурсів. Для визначення комплексного критерію гідроекологічної безпеки використовується моделювання природно-технічної системи для формалізації взаємодії техногенних і екологічних процесів.*

**Ключові слова:** моделювання, гідроресурси, екологічна безпека, інтегральна оцінка, картосхема, екосистема.

### *Abstract*

*The work substantiates the methodology and methods of assessing the hydro-ecological safety of natural-technological ecosystems and proposes a model of the relationship between the hydro-ecosystem and natural resources. To determine the complex criterion of hydro-ecological safety, modeling of the natural-technical system is used to formalize the interaction of man-made and ecological processes.*

**Keywords:** modeling, water resources, environmental safety, integrated assessment, map scheme, ecosystem.

### **Вступ**

В сучасних умовах інтегральна оцінка еколого-гідрологічних умов та виконання районування території за результатами вивчення окремих компонентів геологічного середовища є актуальною і досить складною задачею. Цільове призначення таких робіт - виявлення, картування та прогнозна оцінка закономірностей і динаміки негативних змін геологічного середовища (ГС) та його основних параметрів (геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних), які безпосередньо чи опосередковано впливають на екологічний стан територій, регіонів, держави в цілому, а також підготовка картографічної основи для планування і проведення моніторингу природного середовища.

### **Результати дослідження**

Природно-техногенна геосистема “Каховська ГЕС – Запорізька АЕС” є однією з найкрупніших і небезпечних внаслідок розвитку великого підпору р. Дніпро при будівництві найбільшого в Україні Каховського водосховища [1]. До складу гідровузла входять: земляна руслова гребля, бетонна водозливна гребля, будівля гідроелектричної станції, шлюз та земельна гребля лівого берега. Довжина напірного фронту гідровузла 3650 метрів. Об'єм утвореного водосховища складає 18,2 куб. км, довжина – 230 км, ширина – 25 км, загальна площа водосховища – 2155 кв. км, підпір 16 м. Для визначення місця будівництва були проведені комплексні проектно-пошукові роботи в пониззі Дніпра. За цей час було пробито 30 тисяч свердловин, 120 штолень, 20 глибинних шахт, виконано значну роботу по визначенню об'єма фільтрації води із водосховища та розміру зони підпорного впливу на ґрунтові і артезіанські водоносні горизонти. Середні величини підпорного впливу на підвищення рівнів підземних вод на правому і лівому берегах за прогнозними оцінками сягали 35-50 км і більше (до 130 км у напрямку вододілу). Таким чином, площа підпорного впливу Каховського водосховища на рівні підземних вод та активізацію підтоплення земель за умови досягнення узбережжя оз. Сиваша перевищувала 20000 кв.км. без врахування фільтраційних втрат в обхід споруд гідровузла, розвитку зрошувальних систем та втрат із водонесучих та водовідвідних

систем. Значною мірою це було обумовлено розвитком шарів проникних порід у північному борті Причорноморського артезіанського басейну (між Дніпровською ГЕС та оз. Сиваш [2]).

Вперше в світовій гідробудівничій практиці за розрахунками проектних організацій було побудовано унікальну земляну греблю із дуже пологими відкосами та тому розсереджену на великій товщі нестійких пливунів (до 20-25м).

Одними з головних проблемних питань оцінки еколого-геологічного стану ГС є вивчення стану підземних вод і проблем, що з цим пов'язані. Серед загального складного комплексу робіт великого значення набуває оцінка захисних властивостей зони аерації. Зона аерації служить природним захистом підземних вод від забруднення у природних і екстремальних умовах. Її характеристики визначають час проникнення забруднення у перший від поверхні водоносний горизонт, у її межах здійснюються процеси сорбції та іонний обмін [3].

Оцінка природних захисних властивостей порід зони аерації виконана із застосуванням ГС. Основними природними показниками, на яких ґрунтуються оцінки з визначення часу надходження забруднюючих речовин з поверхні землі до ґрунтових вод, стали її потужність і літологічний склад порід зони аерації.

Дослідження об'єктів критичної інфраструктури гідроресурсів набуває особливої уваги в час російської агресії. Геотехнічні умови будівництва і експлуатації об'єктів критичної інфраструктури у зоні підпорного впливу Каховської ГЕС, як найбільшого на Дніпрі водосховища, а потім і з системою зрошувальних каналів, призвели в останні півсторіччя до стабільного розширення площ підтоплення земель (35000-50000 га щорічно) і зростаючого ускладнення умов експлуатації.

За умов зростання негативного впливу глобальних змін клімату (потепління, збільшення кількості та нерівномірності опадів, ризику повеней), а також зарегулювання до 60-70% стоку малих і середніх річок у басейні Дніпра (до 11-12тис. ставків і водосховищ) варто очікувати активізації вищезазначених небезпечних екзогенних геологічних процесів, як при аварійному зниженні рівня Каховського водосховища так і формуванні зони стоку у його чашу зі зниженням рівнів ґрунтових і напірних підземних вод. Вибухове руйнування машзалу Каховської ГЕС призвело до розвитку низки відносно швидкоплинних короткострокових (6-10 діб) та довгострокових переважно незворотних еколого-техногенних небезпек функціонування об'єктів критичної інфраструктури. Формування розсереджених ділянок затоплення на площі понад 2500 км<sup>2</sup> урбанізованих територій до висоти малоповерхової забудови (середній рівень затоплення перевищує 5 м), виведення з ладу великої кількості об'єктів критичної інфраструктури (систем водо-теплопостачання та водовідведення, лікувальних закладів, житлових будівель та ін.), нагальна евакуація населення, ускладнена військовими діями та перманентними обстрілами; втрата джерел поверхневого водопостачання для понад 10 млн людей: локальних (криниць, свердловин, затоплених забрудненими водами) та централізованих, включаючи Північно-Кримський канал.

Природно-техногенна гідроекосистема керується за рахунок запасу та обміну інформацією, яка надходить від екологічного моніторингу. Стосовно саме таких систем може бути сформульований принцип техногенної екологічної безпеки - стан, при якому забезпечується стійка взаємодія людини і природи. На нашу думку техногенна екологічна безпека використання гідроресурсів і гідроекосистем в цілому повинна базуватись на гідроекосистемній концепції збалансованого природокористування, а саме:

1. докільню притаманна гідроекосистемна ієрархія;
2. гідроекосистеми є частиною гідроекологічного середовища;
3. гідроекосистеми характеризуються "організаційністю";
4. в межах гідроекосистем нерозривно взаємопов'язані природні умови та господарська діяльність;
5. гідроекосистеми - оптимальні територіальні одиниці моніторингу природного середовища;
6. використання картографічного та імітаційного математичного моделювання гідроекосистем - основа прогнозування та оптимізації стану гідроекосистем.

## Висновки

Алгоритм аналізу та моделювання екстремальних паводків включає: побудову серії гідрографів найбільших паводків і графіків характерних рівнів води, оцінку особливостей проходження паводків,

формування бази даних про морфометрію русла і стан протипаводкових об'єктів, створення гідрологічно коректної цифрової моделі рельєфу, оглядової ГІС-моделі, яка визначає межі зон ризику підтоплення при заданих рівнях води, побудову детальніших (великомасштабних) моделей ризику затоплення паводками для ключових ділянок річкової долини.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко О.М., Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій: Підручник / О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: ФАКЕЛ, 2000. – 241с
2. Монографія Трофимчук О.М., Адаменко О.М., Триснюк В.М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду /Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; Івано-Франківський нац. тех. ун-т нафти і газу. - Івано-Франківськ :Супрун В.П., 2021. – 343 с.// ISBN 978-617-7468-53-9. [10.3997/2214-4609.201902083](https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902083)
3. Архипова Л.М. Методи оцінки екологічної небезпеки природно-технічних систем в районах нафтогазовидобутку / Л.М.Архипова // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - №3(29), 2011. - С. 29-33.

**Трофимчук Олександр Миколайович** – чл.-кор. НАНУ, доктор технічних наук, професор, директор Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ, trysnyuk@ukr.net

**Триснюк Василь Миколайович** - доктор технічних наук, професор, завідувач відділу досліджень навколишнього середовища Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ, trysnyuk@ukr.net

**Trysnyuk Vasyl M.** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Environmental Research Department, Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences, trysnyuk@ukr.net

**Trofymchuk Oleksandr M.** Corresponding member of NANU, doctor of technical sciences, professor Institute of telecommunication and global information space of National academy of science of Ukraine