

*С. В. Качала, Т. Б. Качала
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

УДОСКОНАЛЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ГІДРОЕКОСИСТЕМУ (НА ПРИКЛАДІ ВЕРХНЬОГО ДНІСТРА)

Розвиток світової економіки призвів до безпрецедентного за масштабом негативного впливу на біосферу. Виникло протиріччя між зростаючими потребами світової спільноти і обмеженими можливостями біосфери щодо їх задоволення. Гармонійний розвиток природи і техніки можливий тільки внаслідок науково обґрунтованого компромісу між компонентами природного середовища та соціальною та господарською діяльністю людини. На сьогоднішній день єдиний прийнятний варіант прогресивного руху людства – це рух в «рамках сталого розвитку».

Реалізація концепції гармонійного розвитку потребує розробки науково-технічного обґрунтування і створення системи екологічного забезпечення та супроводу господарської діяльності. Під екологічним супроводом слід розуміти систему постійного контролю, аналізу та цілеспрямованого впливу на умови, чинники і характеристики, що впливають на показники природно-техногенного ризику, з метою встановлення, забезпечення і підтримки необхідного рівня екологічної безпеки в процесі проектування, виробництва, експлуатації, утилізації технічних об'єктів.

Основними причинами формування паводків на річках Карпатського регіону є природно-кліматичні особливості. Формування паводків тут відбувається шляхом різкого підняття рівнів води в річках внаслідок тривалих інтенсивних опадів, що спричинює затоплення територій населених пунктів, виробничих об'єктів і завдає значних народногосподарських збитків. Аналіз попередніх досліджень показує, що роботи, котрі проводились у цій галузі, як правило, не охоплювали всього спектру необхідних компонентів та не враховували їхнього взаємозв'язку. Головними недостатньо вивченими аспектами існуючих досліджень є недостатня реалізація екосистемного підходу до вирішення проблем комплексного визначення та прогнозування гідроекологічної небезпеки, створення умов гармонійного функціонування гідроекосистеми, недосліджена необхідність врахування кліматичних факторів при дослідженні гідроекологічних небезпек, природні та техногенні навантаження на гідроекосистему, не достатньо ефективна система моніторингу водних об'єктів. Внаслідок сукупності наведених факторів відбувається порушення стану гідроекосистеми та неефективне управління ризиками. Дослідження кліматотворчих факторів, закономірностей їх зміни, а також їх вплив на стан водних об'єктів та формування стоку річок Карпатського регіону є ключовим напрямом проведення вказаних досліджень. Це питання потребує аналізу методів дослідження гідроекосистем за басейновим підходом, виділення основних елементів, які впливають на формування гідроекологічних небезпек, та створення методу визначення природно-техногенного впливу.

Ключові слова: екологічна безпека, гідроекосистема, верхня течія Дністра, зміни клімату, природно-техногенний вплив, басейновий підхід, гідроекологічний моніторинг.

Постановка проблеми. Недостатній рівень прогнозованості розвитку повеней, паводків і затоплення, а також відсутність сучасного, повноцінного та цілісного захисного комплексу в державі призводить до щорічних збитків в аграрному, промисловому та соціальному секторах економіки. Обсяги здійснення заходів щодо захисту населення та територій не відповідають темпам морального та фізичного старіння об'єктів інженерної інфраструктури захисного протипаводкового комплексу. Через те збитки, що завдаються населенню та галузям економіки держави, призводять до необхідності щорічного виділення значних коштів з резервного фонду Державного бюджету України на ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій, не сприяють стабілізації соціально-економічного стану країни та створенню передумов зростання економіки. Отже, проведення превентивного оцінювання природно-техногенного впливу на гідроекосистему є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Масштабні дослідження взаємозв'язку між кліматичними факторами та коливаннями рівнів водних об'єктів проводять на глобальному рівні по всьому світу. Прогнозні тенденції змін у водних об'єктах в Україні досліджували численні українські та закордонні вчені Intergovernmental Panel on Climate Change [1-4].

Вагомий внесок у вирішення проблеми контролю і прогнозування паводкових вод, з метою забезпечення екологічної безпеки довкілля, зробили у своїх наукових працях українські вчені Волошкіна О. С., Лук'янець О. І., Сусідко М. М., Архипова Л. М., Кирилюк М. І., Адаменко О. М., Семчук Я. М., Приходько М. М., а також зарубіжні вчені Егидарев Е. Г (Росія), К. Крістенсен (Данія), Moss Ian (Canada), Wang Zhenyu, He Zhiguo (China), B. Zadrozny, K. Mantripragada (USA), Ward R. C. (UK), S. Shigemi (Japan) [1-6].

Постановка завдання. Метою даної роботи є підвищення рівня екологічної безпеки водних екосистем шляхом наукового обґрунтування комплексного підходу до визначення природно-техногенного впливу, удосконалення системи екологічного моніторингу поверхневих водозборів. Важливим аспектом даного дослідження було проаналізувати методи оцінки природно-техногенного впливу на гідроекосистему з метою удосконалення системи гідроекологічного моніторингу та технічних засобів контролю за станом навколишнього середовища. Було поставлено завдання дослідити та обґрунтувати функціональні закономірності зміни стоку від кліматичних факторів для верхньої течії Дністра, розробити метод комплексної оцінки природно-техногенного впливу на басейнову гідроекосистему для подальшого обґрунтування заходів з підвищення рівня екологічної безпеки водних екосистем. А також удосконалити систему екологічного моніторингу поверхневих водозборів та апробувати її для малих ГЕС Карпатського регіону [7-9].

Виклад основного матеріалу. З метою вирішення поставлених завдань запропоновано методологічну схему етапів оцінки природно-техногенних впливів на гідроекосистему, яка стала підґрунтям проведення досліджень (рис.1).



Рис. 1. Методологічна схема етапів оцінки впливу на гідроекосистему

Ця схема передбачає покрокове дослідження гідроекосистеми та впливів, які формують виникнення ризику водозабезпечення. З урахуванням можливих впливів проводиться визначення стану гідроекосистеми та аналіз умов, при яких він буде порушений. На наступному етапі проводиться оцінка виникнення порушень та прогноз подальшої зміни стану гідроекосистеми [10-11].

Виконання таких етапів забезпечує вибір ефективних моніторингових досліджень, удосконалює процес прийняття управлінських та технічних рішень та дозволяє спроектувати оптимальну мережу моніторингу.

Також під час досліджень було проведено аналіз середнього арифметичного відхилення температури за період 1981-2018 рр., за даними по м. Івано-Франківську, демонструє, збільшення відхилення $\uparrow 0,23^{\circ}\text{C}$ (рис. 2). Аналіз середнього арифметичного відхилення показника сумарних річних опадів за період 1981-2018рр., за даними по м. Івано-Франківську, демонструє, збільшення відхилення кількості опадів і становить $\uparrow 15,86$ мм (рис.3). Таким чином, вдалося помітити зростання температури та опадів, що підтверджує досліджувані тенденції та вплив глобальних кліматичних змін.

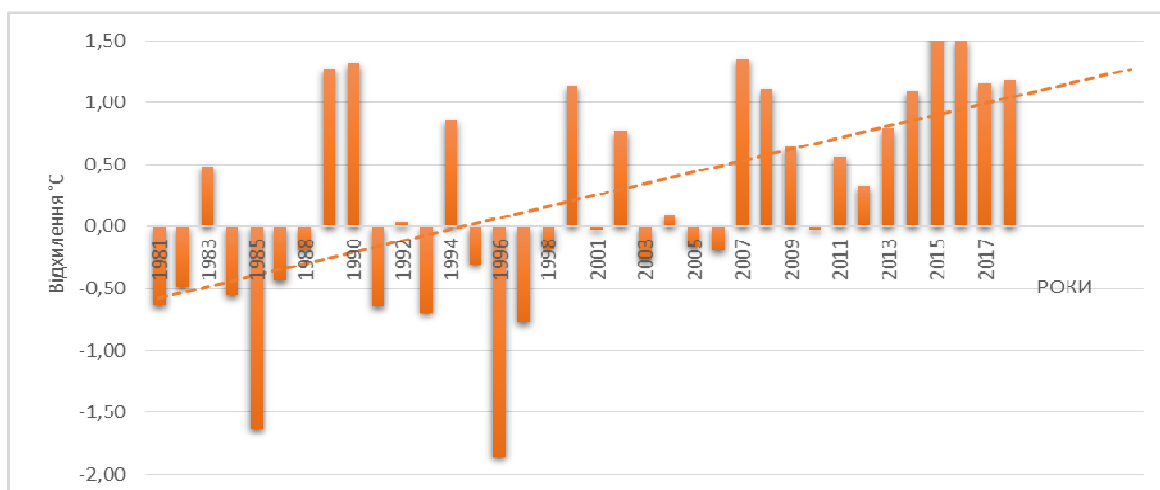


Рис. 2. Відхилення сумарної середньорічної температури від норми середньобогаторічного значення за період 1981-2018 рр. по м. Івано-Франківськ

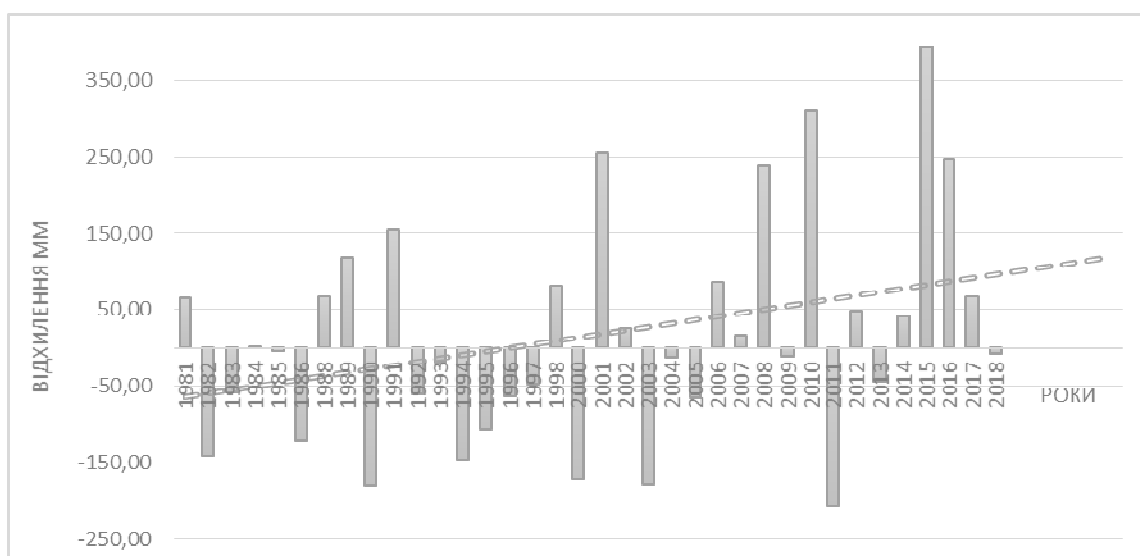


Рис. 3. Середнє арифметичне відхилення показника сумарних річних опадів від норми за період 1981-2018 рр. по м. Івано-Франківськ

За результатами досліджень встановлено багаторічні тенденції і закономірності часового розподілу кількісної складової гідроекологічних небезпек верхньої течії р. Дністер в межах Карпатського регіону. За допомогою сингулярного спектрального аналізу SSA розроблено прогностну модель об'єму стоку м³/рік за період спостереження та прогностний період до 2028 р. у створі р. Дністер - м. Галич (рис. 4).

Досліджено сценарні подібності гідроекологічних небезпек, що аналізують паводки 1969 та 2008 років по 14 пунктах спостереження басейну верхнього Дністра.

Отримано функціональну залежність кількості паводкоутворюючих опадів під час паводків 1969 та 2008 років (для басейну верхнього Дністра). Коефіцієнт детермінації з поправкою на ступені вільності $D=r^2=0,94$ та показує, що зв'язок між ознаками не випадковий (суттєвий) (рис. 5).

Також отримано функціональну залежність подібності показників максимальної витрати води (м.куб/с) під час паводків 1969 та 2008 років. Коефіцієнт детермінації з поправкою на ступені вільності для даної залежності становить $D=r^2=0,914$ та показує, що зв'язок між ознаками не випадковий (суттєвий) (рис. 6).

Перевірка суттєвості зв'язку здійснюється за допомогою F-критерія Фішера. Це свідчить, що існує залежність між сценаріями розвитку циклічних явищ. Виходячи з цього, при використанні таких залежностей можна виділити підстави для проведення прогностуючих обрахунків та визначення імовірності розвитку гідрометеорологічних явищ.

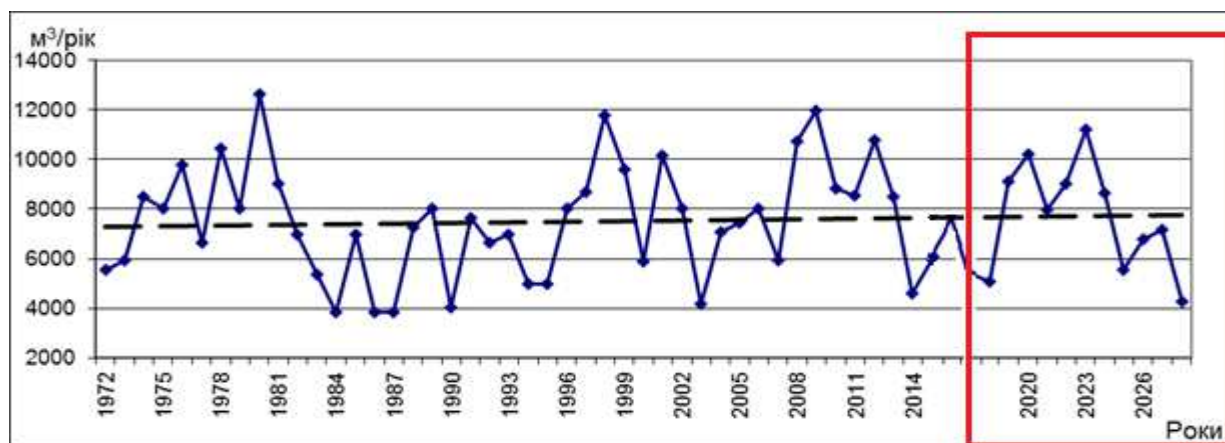


Рис. 4. Прогнозна модель об'єму стоку м³/рік за період спостереження та прогностичний період до 2028 р. у створі р. Дністер - м. Галич

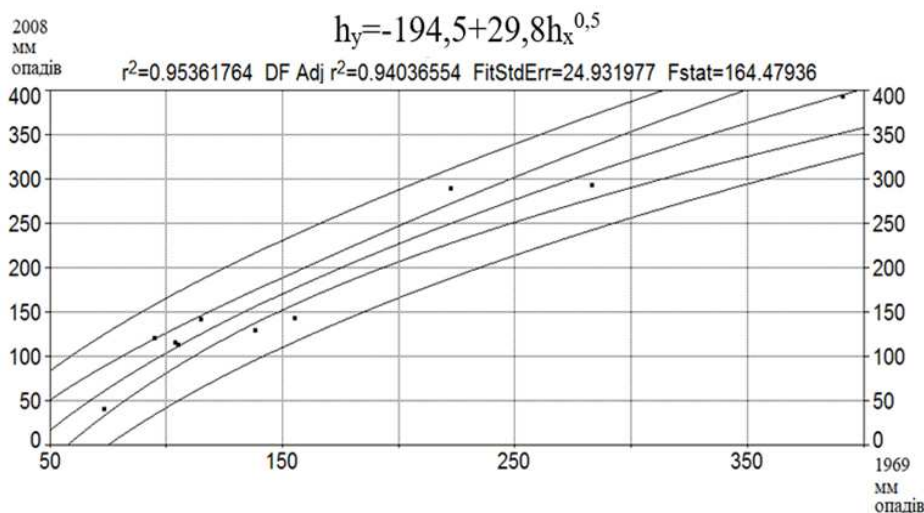


Рис. 5. Функціональна залежність кількості паводкоутворюючих опадів під час паводків 1969 та 2008 років (для басейну верхнього Дністра)

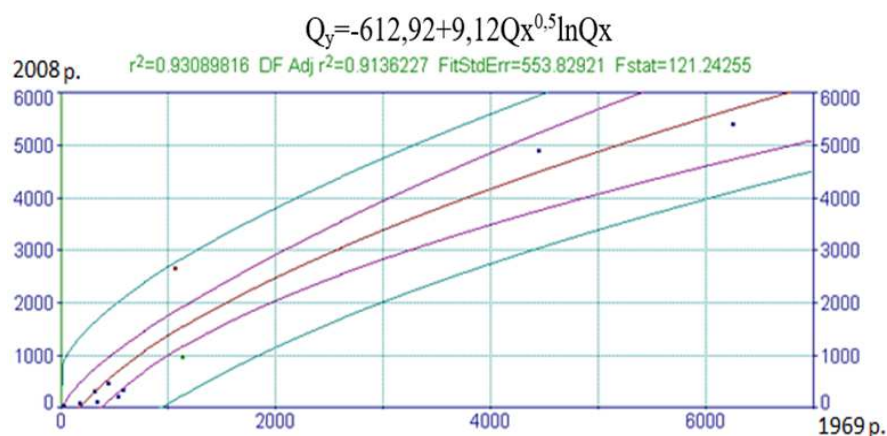


Рис. 6. Функціональна залежність подібності показників максимальної витрати води (м.куб/с) під час паводків 1969 та 2008 років

Проведено аналіз ряду спостережень та отримано функціональну залежність середньобаторічних помісячних показників температури та помісячних сум опадів за період 1981-2018 рр. для території верхньої течії Дністра.

Коефіцієнт детермінації з поправкою на ступені вільності для функціональної залежності середньобаторічних помісячних показників температури та помісячних сум опадів за період 1981-2018 рр. для верхнього Дністра становить $D=r^2=0,86$ та показує, що зв'язок між ознаками не випадковий (суттєвий) (рис. 7). Таким чином було встановлено функціональні закономірності

гідроекологічних параметрів водних об'єктів верхньої течії Дністра від кліматичних характеристик на основі аналізу і обробки даних багаторічних спостережень, що дозволяє прогнозувати процес їх формування із врахуванням глобальних кліматичних змін.

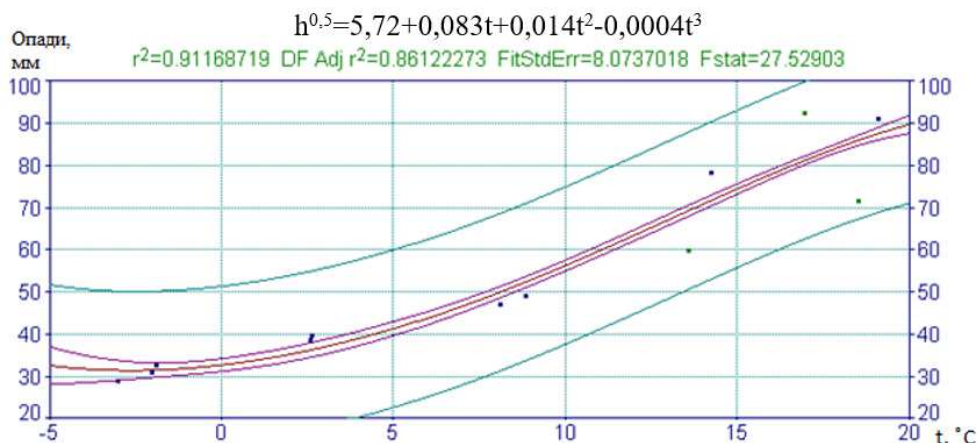


Рис. 7. Функціональна залежність середньобігаторічних помісячних показників температури та помісячних сум опадів за період 1981-2018 рр. для верхнього Дністра

У зв'язку із глобальними змінами клімату та наростаючими ризиками водозабезпечення, сьогодення вимагає використання організації системи ефективного управління взаємодією гідроенергетичних об'єктів з навколишнім середовищем, основою якої є моніторинг, що включає в себе режимні спостереження за компонентами гідроекосистеми, інтерпретацію спостережень, розробку управлінських рішень (рис. 8).



Рис. 8. Вдосконалена функціональна схема організації моніторингу гідроекосистеми

В зв'язку з цим, нами удосконалено систему організації гідроекологічного моніторингу із врахуванням басейнового підходу, гідроекологічних впливів малих ГЕС з метою підвищення рівня екологічної безпеки гідроекосистем.

Найважливішою метою гідроекологічного моніторингу є своєчасне виявлення небезпечного розвитку процесів і формування управлінських рішень, що включають розробку рекомендацій по запобіганню розвитку прогнозованих негативних тенденцій, заходів локалізації або мінімізації негативних наслідків взаємодії об'єкта з навколишнім середовищем [12-13].

Висновки. У цьому дослідженні вирішується актуальне науково-прикладне завдання підвищення рівня екологічної безпеки гідроекосистем шляхом дослідження закономірностей кліматичних змін та їх взаємозв'язку з факторами формування стоку, розроблення наукових методів дослідження, комплексної оцінки та визначення природно-техногенного впливу, підвищення ефективності управління впливами через удосконалення системи екологічного моніторингу поверхневих водозборів.

Досліджено закономірності зміни кліматичних факторів та встановлено їх функціональний зв'язок з гідроекологічними небезпеками та показниками стоку в межах верхньої течії Дністра на основі аналізу та обробки даних багаторічних спостережень, що дає змогу прогнозувати процес формування природно-техногенних впливів з врахуванням глобальних кліматичних змін. Апробовано метод сингулярного спектрального аналізу для виконання прогнозу гідроекологічних параметрів водних об'єктів верхньої частини басейну р. Дністер. Аналіз та обробка гідрокліматичних баз даних дозволили підтвердити тенденцію до зміни клімату на території Карпатського регіону на прикладі верхньої течії Дністра, що виражається підвищенням показників температури та опадів порівняно з нормою, збільшення кількості екстремумів і їх тривалості як в середині року, так і в багаторічному розрізі.

Досліджено основні проблеми організації моніторингу поверхневих водних об'єктів, удосконалено систему організації гідроекологічного моніторингу з урахуванням басейнового підходу, природно-техногенних впливів з метою підвищення рівня екологічної безпеки гідроекосистем.

Література

- 1 Fernandes Cavalcante V. System, method and program product for flood aware travel routing / V. Fernandes Cavalcante, B. Da Costa Flach, M. Athanzio de Cerqueira Gatti, R. Guimaraes Herrmann, K. Mantripragada, M. Aurelio Stelmar Netto, L. Correia Villa Real, P. Aida Sesini, C. Ronald Botelho De Souza, B. Zadrozny // International Business Machines Corporation, Armonk, NY (US). – 13/290,334; application Date 07. 11. 2011; publication 03. 05. 2013.
- 2 Moss I. System and method for predication flooding / I. Moss, R. Tremblay // Insurance bureau of Canada. – PCT/CA2012/050772; international filing 31. 10. 2012; publication 10. 05. 13.
- 3 IPCC Special report / Global Warming of 1.5°C. October 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- 4 IPCC Special report / Climate Change and Land. August 2019[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ipcc.ch/report/srcc1/>
- 5 Клапоущак О. І. Встановлення тісноти взаємозв'язку між даними метеорологічних станцій та даними рівня води річки Прут / О. І. Клапоущак // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2014. – № 1-2. – С.30–34.
- 6 Пернеровська С. В. Прогноз гідрологічних параметрів водних об'єктів методом сингулярного спектрального аналізу / С. В. Пернеровська, Л.М. Архипова // Науковий вісник національного гірничого університету 2015. №2. - С. 45-50.
- 7 Каскад ГЕС на Дністрі / О. Стіновський [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://teren.in.ua/2016/01/04/kaskad_hes_na_dnistri_buty_chy_ne_buty_foto/.
- 8 Погребенник В.Д., Шибанова А.М., Ядчишин О.В Міжнародна науково-практична конференція Прикладні науково-технічні дослідження 5–7 квітня, Івано-Франківськ 2017 Будівництво ГЕС на Дністрі: економічна вигода чи екологічне лихо? – С. 4–5.
- 9 Сташук В. А. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом: монографія / В. А. Сташук. – Херсон : Грінь ДС 320, 2014. – 77 с.
- 10 Kachala S. Improvement of the organization of network monitoring water bodies / S. Kachala // Proceedings of V International scientific conference “Science of the third millennium” Morrisville, Apr. 29, 2017. – P. 13–16.

11 Качала С. В. Значення басейнового підходу в контексті гідроекологічного ризику / С. В. Качала // Збірник тез доповідей XX Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 10-річчю створення екологічного факультету «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2017», м. Харків, 19–22 квітня 2017 року. – С. 107–108.

12 Аналіз урядової програми розвитку гідроенергетики України на період до 2026 року (схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 липня 2016 р. № 552-р.) / Київський місцевий відокремлений підрозділ національного екологічного центру України «Вітер змін» Київ – 2016 93 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://necu.org.ua/wp-content/uploads/2017/02/Hydropower_Report_WoC_2017.pdf

13 Качала С. В. Проблематика та методика дослідження комплексного гідроекологічного ризику / С. В. Качала // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, науково-технічний журнал. – Івано-Франківськ – 2016. – № 1 (13). – С. 136–140.

S. Kachala, T. Kachala

*Ivano-Frankivsk National
Technical University of Oil and Gas*

IMPROVING THE COMPLEX ASSESSMENT OF NATURAL TECHNOGENIC IMPACT ON THE HYDROECOSYSTEM (THE CASE STUDY OF THE UPSTREAM OF THE DNISTER RIVER)

World economic development has led to the unprecedented negative impact on the biosphere. It has caused a contradiction between the growing needs of the world community and the limited capacity of the biosphere to meet them. The harmonious development of nature and technology is possible only due to a scientifically based compromise between the natural environment components, and human social and economic activities. Nowadays, the only acceptable variant of the progressive development of humankind is the activities within the “framework of sustainable development”.

The implementation of harmonious development concept requires the scientific and technical substantiation and creation of the environmental support and management system for economic activities. Environmental management should be considered as a system of constant control, analysis and purposeful impact on conditions, factors and characteristics that affect the natural and technogenic risk indicators in order to establish, provide and maintain the required level of environmental safety in the design, production, operation, and utilization of technical objects.

The main causes of flooding on the rivers of the Carpathian region are natural and climatic features. Floods are caused by a sharp rise in water levels in rivers due to a prolonged heavy rainfall, which causes the flooding of settlements, production facilities and significant economic losses. Analysis of the previous studies shows that the activities in this field usually did not cover the full range of necessary components and did not take into account their interrelation. The main underinvestigated aspects of the existing studies are the insufficient implementation of ecosystem approach to the comprehensive identification and forecasting of hydroecological hazards, creating conditions for the harmonious functioning of hydroecosystem, the need to take into account climatic factors when studying hydroecological hazards, natural and man-made loads on the hydroecosystem, a rather inefficient monitoring system of water objects. The combination of these factors leads to disruption of the hydroecosystem and ineffective risk management. Climatic factors, regularities of their changes, their impact on the condition of water objects and formation of river flows in the Carpathian region are the key areas of research. To study these issues, the research methods of hydroecosystems with basin approach should be analyzed, the main elements affecting the development of hydroenvironmental hazards should be identified, the method of determining the natural and technogenic impact should be developed.

Key words: ecological safety, hydroecosystem, Upstream of the Dniester River, climate changes, natural and technogenic impact, basin approach, hydroecological monitoring.

Reference

1 Fernandes Cavalcante V. System, method and program product for flood aware travel routing / V. Fernandes Cavalcante, B. Da Costa Flach, M. Athanzio de Cerqueira Gatti, R. Guimaraes Herrmann, K. Mantripragada, M. Aurelio Stelmar Netto, L. Correia Villa Real, P. Aida Sesini, C. Ronald Botelho

- De Souza, B. Zadrozny // International Business Machines Corporation, Armonk, NY (US). – 13/290,334; application Date 07. 11. 2011; publication 03. 05. 2013.
- 2 Moss I. System and method for predication flooding / I. Moss, R. Tremblay // Insurance bureau of Canada. – PCT/CA2012/050772; international filing 31. 10. 2012; publication 10. 05. 13.
- 3 IPCC Special report / Global Warming of 1.5°C. October 2018 [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- 4 IPCC Special report / Climate Change and Land. August 2019 [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.ipcc.ch/report/srcl/>
- 5 Klapoushchak O. I. Vstanovlennya tисnoty vzayemoz"yazku mizh danymy meteorolohichnykh stantsiy ta danymy rivnya vody richky Prut / O. I. Klapoushchak // Lyudyna ta dovkillya. Problemy neoekolohiyi. – 2014. – № 1-2. – S.30–34.
- 6 Pernerovs'ka S. V. Prohnoz hidrolohichnykh parametriv vodnykh ob"yektiv metodom synhulyarnoho spektral'noho analizu / S. V. Pernerovs'ka, L.M. Arkhypova // Naukovyy visnyk natsional'noho hirnychoho universytetu 2015. №2. - S. 45-50.
- 7 Kaskad HES na Dnistri / O. Stinovs'kyi [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: http://teren.in.ua/2016/01/04/kaskad_hes_na_dnistri_buty_chy_ne_buty_foto/.
- 8 Pohrebennyk V.D., Shybanova A.M., Yachyshyn O.V Mizhnarodna nauково-praktychna konferentsiya Prykladni nauково-tekhnichni doslidzhennya 5–7 kvitnya, Ivano-Frankivs'k 2017 Budivnytstvo HES na Dnistri: ekonomichna vyhoda chy ekolohichne lykho? – S. 4–5.
- 9 Stashuk V. A. Naukovi zasady ratsional'noho vykorystannya vodnykh resursiv Ukrainy za baseynovym pryntsyptom: monohrafiya / V. A. Stashuk. – Kherson : Hrin' DS 320, 2014. – 77 s.
- 10 Kachala S. Improvement of the organization of network monitoring water bodies / S. Kachala // Proceedings of V International scientific conference “Science of the third millennium” Morrisville, Apr. 29, 2017. – P. 13–16.
- 11 Kachala S. V. Znachennya baseynovoho pidkhodu v konteksti hidroekolohichnoho ryzyku / S. V. Kachala // Zbirnyk tez dopovidey XKH Mizhnarodnoyi nauково-praktychnoyi konferentsiyi, prysvyachenoyi 10-richchyu stvorennya ekolohichnoho fakul'tetu «Ekolohiya, okhorona navkolysn'oho seredovyshcha ta zbalansovane pryrodokorystuvannya: osvita – nauka – vyrobnytstvo – 2017», m. Kharkiv, 19–22 kvitnya 2017 roku. – S. 107–108.
- 12 Analiz uryadovoyi prohramy rozvytku hidroenerhetyky Ukrainy na period do 2026 roku (skhvalenoyi rozporядzhennyam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 13 lypnya 2016 r. № 552-r.) / Kyyivs'kyi mistsevyi vidokremneny pidrozdil natsional'noho ekolohichnoho tsentru Ukrainy «Viter zmin» Kyiv – 2016 93 s. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: http://necu.org.ua/wp-content/uploads/2017/02/Hydropower_Report_WoC_2017.pdf
- 13 Kachala S. V. Problematyka ta metodyka doslidzhennya kompleksnoho hidroekolohichnoho ryzyku / S. V. Kachala // Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannya, nauково-tekhnichnyy zhurnal. – Ivano-Frnakivs'k – 2016. – № 1 (13). – S. 136–140.

Надійшла до редакції 18 листопада 2019 р.