УДК 551.7
Адаменко О.М., доктор геол.-мін. н., професор
Зорін Д.О., к. геол. н., доцент
Мосюк М.І., к. тех. н., доцент
Радловська К.О., к. тех. н., доцент
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ)

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ ТА ЇХ ПОДОЛАННЯ НА ДНІСТРОВСЬКОМУ ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОМУ ПОЛІГОНІ

У статті розглянуто створення Дністровського науково-навчально-виробничого інженерно-екологічного протипаводкового полігону (ДПП), який був заснований у 2012-2018 рр. після катастрофічного паводка 23-26 липня 2008 р. на площі 1460 км^2 у верхній течії р. Дністер. Унікальність полігону в тому, що це єдина територія у Західному регіоні України, де у замкнуту гідрологічну систему об'єднані басейні допливів – приток Дністра, що дає можливість розрахувати баланс між опадами та їх наслідками – розходами, висоту підйому води та часом приходу її на ту чи іншу територію Дністровської долини. Для підвищення рівня екологічної безпеки територій з ризиком затоплення катастрофічними паводками на основі теоретичних, методологічних, експериментальних і практичних досліджень: розроблено детальну методологію ГІС для оцінювання екологічного стану та екологічної ситуації природно-антропогенних геосистем, що зазнають впливу катастрофічних паводків; установлена етапність проходження катастрофічних паводків відповідно до геоморфологічних рівнів заплавних терас і першої надзаплавної тераси, що дає можливість районувати території населених пунктів згідно з паводковою небезпекою; запропоновані теоретичні основи автоматизованої інформаційно-вимірювальної протипаводкової системи.

Ключові слова: паводок, повень, полігон, річкова долина, інженерно-екологічні технології, екологічний ризик.

Адаменка О.М., Зорин Д.А., Мосюк Н.И., Радловская К.А

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ПАВОДКА И ИХ ПРЕОДОЛЕНИЕ НА ДНЕСТРОВСКОЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ ПОЛИГОНЕ

В статье рассмотрено создание Днестровского научно-учебно-производственного инженерно-экологического противопаводкового полигона (ДНУПИЭПП), который был создан в 2012-2018 гг. После катастрофического паводка 23-26 июля 2008 на площади 1460 км^2 в верхнем течении р. Днестр. Уникальность полигона в том, что это единственная территория в Западном регионе Украины, где в замкнутую гидрологическую систему объединены бассейне притока - приток Днестра, что дает возможность рассчитать баланс между осадками и их последствиями - расходами, высоту подъема воды и время прихода ее на ту или иную территорию Днестровской долины. Для повышения уровня экологической безопасности территорий с риском затопления катастрофическими паводками на основе теоретических, методологических, экспериментальных і практических исследований: разработана подробную методологию ГИС для оценки экологического состояния и экологической ситуации природно-антропогенных геосистем, подвергающихся воздействию катастрофических паводков; установлена этапность прохождения катастрофических паводков в соответствии с геоморфологических уровней пойменных террас і первой надпойменной террасы, дает возможность районировать территории населенных пунктов согласно паводковой опасности; предложены теоретические основы автоматизированной информационно-измерительной противопаводковой системы.

Ключевые слова: паводок, наводнение, полигон, речная долина, инженерно-экологические технологии, экологический риск.

Adamenko O., Zorin D., Mosyuk M., Radlovska K.

ECOLOGICAL AND ECONOMICAL CONSEQUENCES OF CATASTROPHIC FLOODSAND THEIR SUPPLEMENTS ON THE DNISTER ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL FIELD

The article deals with the creation of Dniester's scientific-educational-production engineering-environmental flood landfill (DSEPEEF) was created in 2012-2018 after a catastrophic flood on July 23-26, 2008 on an area of 1460 km2 in the upper reaches of the Dniester River. The uniqueness of the landfill is that it is the only territory in the Western region of Ukraine, where in the closed hydrological system combined pools of inflows - the Dniester tributary, which makes it possible to calculate the balance between precipitation and their consequences - costs, the height of water rise and the time of its arrival at that or other territory of the Dniester valley. To increase the level of ecological safety of territories at risk of flooding by catastrophic floods on the basis of theoretical, methodological, experimental and practical research: developed a detailed methodology of GIS to assess the ecological status and ecological situation of natural anthropogenic geosystems affected by catastrophic floods; the stage of catastrophic floods was established according to the geomorphological levels of floodplain terraces and the first floodplain terrace, which makes it possible to zonate the territories of settlements according to flood risk; theoretical bases of the automated information-measuring flood control system are offered.

Keywords: flood, flood, landfill, river valley, environmental engineering, environmental risk.

Постановка проблеми у загальному вигляді та зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. Катастрофічні паводки протягом багатьох років наносили Карпатському регіону великих збитків (рис. 1, 2), на подолання яких витрачено значні кошти з державного і місцевих бюджетів, а у 2008 р. загинуло 19 осіб, у тому числі 5 дітей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботи над статтею виконано у межах програми науково-дослідних робіт Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, де працюють автори, що брали участь як виконавці у фінансованих Міністерством освіти та науки України держбютжетних НДР кафедри екології Інженерно-екологічного інституту ІФНТУНГ: «Розроблення та запровадження державної системи моніторингу навколишнього середовища (Створення та забезпечення функціонування центру моніторингу довкілля) в Івано-Франівській області» (2006-2008 рр.) (ОБ-2/2008, № держреєстрації 0108U009406), №Д-14-11-П «Розроблення моделей збалансованого ресурсокористування та екологічної безпеки геосистеми в регіоні Українських Карпат» (2011-2012 рр.) (№ держреєстрації 0111U001360), а також – проекту Івано-Франківської обласної ради за кошти Кабінету Міністрів України «Створення Дністровського інженерно-екологічного полігону для розробки протипаводкових заходів та підвищення екологічної безпеки території Івано-Франківської області» та кафедральної держбюджетної теми «Екологічна безпека територіально-адміністративних одиниць» (2009-2015 рр.), виконаної за рахунок основного робочого часу.

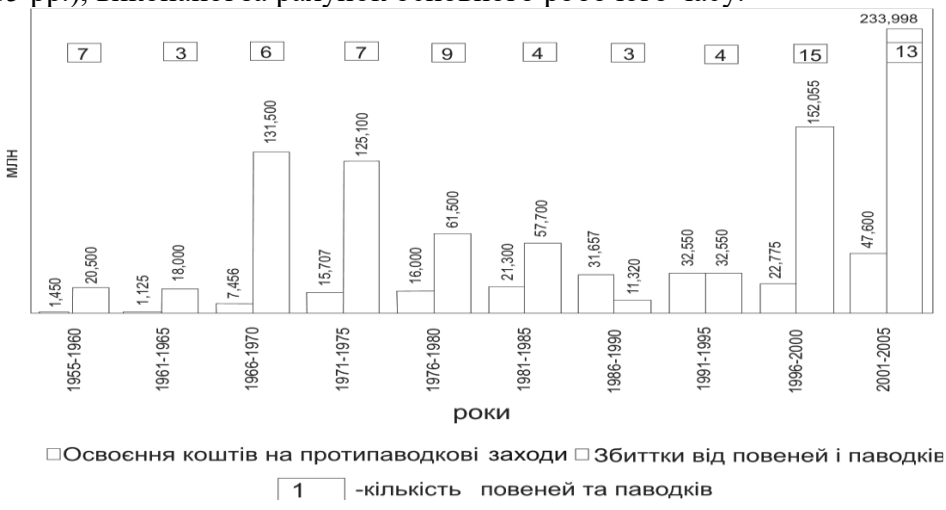

Рис. 1. Освоєння коштів на протипаводкові заходи та збитки від повеней і паводків за 1956-2005 рр.

Рис. 2. Освоєння коштів на протипаводкові заходи та збитки від повеней і аводків за 2006-2008 рр.

Мета і завдання ДПП. Метою є вдосконалення наукових основ підвищення рівня екологічної безпеки територій, що зазнають періодичних екологічних ризиків затоплення катастрофічними паводками.

Для досягнення мети визначено такі *завдання:*

- проаналізувати існуючі системи екологічних оцінок сучасної ситуації та виділити не виявлені проблеми екологічної безпеки;
- обґрунтувати необхідну мережу геоекологічних полігонів для моніторингу територій з ризиком затоплення катастрофічними паводками;
- провести на модельній території екологічні маршрути, відібрати та проаналізувати проби на аналіз вмісту забруднювальних речовин у різних компонентах природно-антропогенних геосистем;
- теоретично обґрунтувати постійно діючу комп'ютерну автоматизовану інформаційно-вимірювальну протипаводкову систему захисту довкілля від катастрофічних паводків.

Цілі статті. *Об'єктом досліджень* є екологічні процеси у довкіллі на територіях прояву катастрофічних паводків на прикладі Дністровської долини (рис. 3-5).

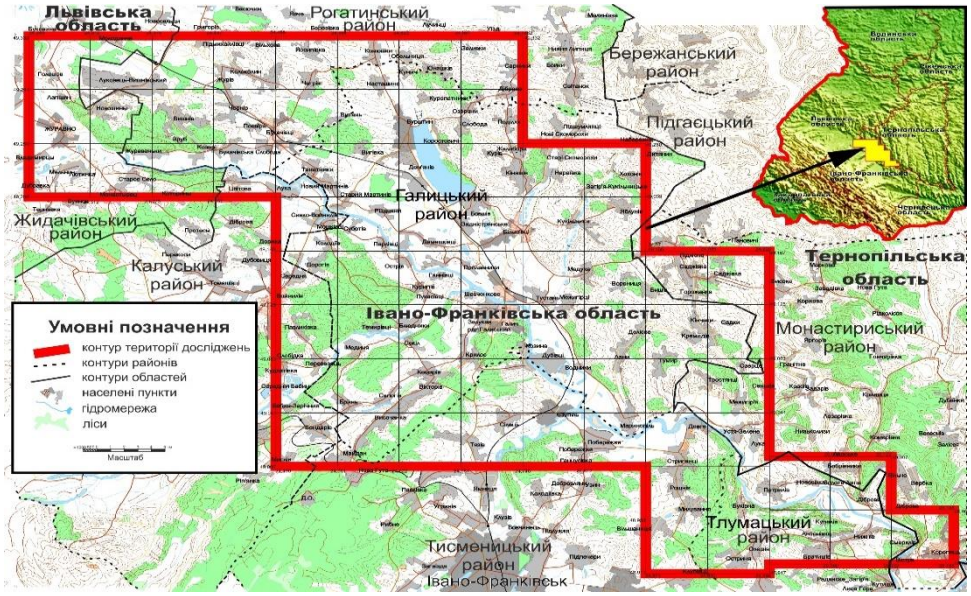

Рис. 3. Оглядова фізико-географічна карта Дністровського протипаводкового полігону

Рис. 4. Дністровський навчально-науково-виробничий інженерно-екологічний протипаводковий полігон. Корпус Маріямпільської екологічної лабораторії

Конференція – зал екологічної лабораторії

Маріямпільська студентська екологічна експедиція на маршруті

На практиці студенти живуть у наметовому містечку біля лабораторії

Рис. 5. Маріямпільська екологічна лабораторія

Предметом дослідження є взаємозв'язки та взаємозалежності між екологічними станами різних компонентів довкілля, що створюють сучасну екологічну ситуацію в умовах швидкозмінного глобального клімату.

Методи досліджень. Теоретичні та методологічні завдання вирішувались з використанням ГІС, ДЗЗ, ІТ технологій стосовно вивчення природно-антропогенних геосистем, теорії використанням класичних методів системного аналізу і синтезу, математичної статистики, теорії ймовірностей, екологічної безпеки. Експерименти виконано з використанням сучасних методів атомно-адсорбційного, рентгенофлюоресцентного, хроматографічного, електрохімічного та інших аналізів, з використанням програмного забезпечення Surfer, Mapinfo та ін.

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження. Паводкова небезпека на території Галицького Поділля і Прикарпаття – це періодичне повторення паводків на річках Дністер і Прут, що викликане природними кліматичними коливаннями, підсиленими техногенними чинниками.

Паводки на річках Карпатського регіону формуються атмосферними опадами, які тут бувають часто (165-175 днів на рік). Але катастрофічного рівня підйоми води набувають, коли опади перевищують 100 мм на добу [1-3]. Із літописів та літературних джерел відомо, що паводки на Дністрі фіксувались з 950 р., на р. Тисі – з 1491 р., а на р. Пруті – з 1780 р. Але інструментальні спостереження на цих річках розпочались у середині XIX століття, спочатку епізодично за рівнями підйому води, а потім і витратами. Систематичні дані є з 1881 р. [5].

В Карпатському регіоні та на Поділлі відбуваються як регіональні, так і локальні паводки. Якщо перші охоплюють весь північно-східний макросхил Карпат, то другі – лише басейни окремих річок. За даними Г. І. Швеця, М. І. Кирилюка та інших авторів [4, 7, 11], у XX столітті катастрофічні регіональні паводки Карпат відбувались у теплу пору року (червень-серпень) у 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980, 1998, 2002, 2008 р. і у 2019 р. на північно-східному макросхилі Карпат, а в Закарпатті паводки спостерігались у холодну пору року (листопад-травень) у 1926, 1947, 1957, 1970, 1998, 2002 роках [6]. Локальні катастрофічні паводки відбуваються майже через кожні 2-3 роки. Отже важливо скористатись історичною та інструментально «завіреною» статистикою, щоби спробувати виявити якусь закономірність періодичності, навіть якщо вона буде стохастичною.

Важливо мати також інформацію про вплив лісового покриву на водний баланс водозборів [8, 9, 10, 12]. Уся отримана інформація повинна оброблятись з використанням ІТ, ГІС та ДЗЗ технологій.

Із історії створення полігону. Після повені 2008 р. вже 2 серпня ректоратом ІФНТУНГ разом з керівництвом Галицької райдержадміністрації було прийнято рішення створити Дністровський інженерно-екологічний науково-навчально-виробничий протипаводковий полігон з центром у с. Маріямпіль.

На жаль, науково-дослідні роботи ні у 2009, ні у 2010 роках не фінансувались. Але не дивлячись на це, ІФНТУНГ розпочав дослідження на полігоні. Протягом цих двох років науковці отримали від ДВНЦ «Природа» космічні знімки, опрацювали опубліковану літературу, виступили з доповідями на науково-практичних конференціях з проблемою прогнозу повеней та глобальних змін клімату у мм. Києві, Яремчі, Кам'янець-Подільському, Ужгороді, Луцьку, опублікували ряд статей.

Вже в 2012-2013 навчальному році для досліджень на полігоні була створена Маріямпільська екологічна експедиція із студентів-п'ятикурсників (7 майбутніх магістрів і 2 спеціалістів спеціальності «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансованого природокористування»), які під керівництвом професора О.М.Адаменка у польових експедиційних умовах відібрали проби ґрунтів, самостійно їх проаналізували на отриманих за грантом приладах «ЕКОТЕСТ». Результати аналізів оброблені на комп'ютерах за спеціальними програмами, що дозволило студентам побудувати графіки змін клімату (рис. 6), екологічні карти розповсюдження головних

забруднювачів, що принесла на територію полігону повінь 2008 р. Кожний студент мав свій планшет топографічної карти, на основі якої вони склали карти четвертинних відкладів, геоморфології, ландшафтів та екологічної ситуації. Це стало основою для написання магістерських робіт і дипломних проектів на реальному фактичному матеріалі.

Вже кілька років студенти-дипломники протягом кількох місяців навчались у Краківський гірничо-металургійній академії ім. С. Сташіца (Польща), де вони обробляли свої матеріали у сучасних аналітичних лабораторіях, отримували консультації провідних вчених Польщі, тим паче що багато польських дослідників у різні роки працювали на території Галицького Придністров'я. Студенти успішно захищають магістерські роботи і дипломні проекти та отримують дипломи як в Україні так і в Польщі, а їх дипломи є дійсними у всіх країнах Європейського Союзу.

Рис. 6. Циклічність змін клімату Землі за останні 1000 років.
Червоними крапками позначені роки катастрофічних паводків

Створення теоретичних основ комп'ютерної автоматизованої інформаційно-вимірювальної протипаводкової системи. При загрозах паводків з підтопленням населених пунктів, для зниження екологічного ризику необхідно завчасно попереджати мешканців того чи іншого села або міста про можливість підтоплення відповідних частин населеного пункту при підйомі води на 1, 2, 3... 10, 11, 12 м на головній річці, тобто на Дністрі одним із важливих завдань дослідження було розроблення Карти екологічного ризику затоплення території катастрофічними паводками, яка побудована на основі геоморфологічної карти Галицького Придністров'я та топографічних карт масштабу 1:10 000.

Виявлено, що долина Дністра затоплюється послідовно: спочатку низька заплава (підйом води +1 м), потім середня (+3 м), висока (+5 м) заплава і нарешті, 1 надзаплавна тераса (+10-12 м). Тому на кафедрі екології ІФНТУНГ О.М. Адаменко та Д.О. Зорін розробил комп'ютеризовану інформаційно-вимірювальну протипаводкову систему КІВПС, яка складається із трьох моделей – картографічної, математичної та геоінформаційної, що мають включатись послідовно: 1) автоматизований гідрологічний пост; 2) метеостанція; 3) телеметрична система передачі інформації від гідропостів і метеостанцій до кризового центру ДСНС і від нього до населених пунктів; 4) розмітка на місцевості у населених пунктах сегментів, які будуть затоплені при підйомі рівня води на головній річці на 1, 2, 3... 10, 11, 12 м.

Автоматизований гідрологічний пост АГП - це нова конструкторська розробка, яка в автоматизованому режимі цілодобово вимірює підйом рівня води на опорі мосту, наприклад, у м. Галичі, через 1, 2, 3... 100... 1200 см, а також вимірює швидкість течії з точністю 0,1 м/с для визначення розходів води за постійного значення перерізу річища річки під мостом. АГП по суті є новою конструкцією гідрологічного поста, якою потім можна замінити існуючі гідропости, а їх на річках Івано-Франківщини є 15.

Автоматизовані метеоекологічні станції (АМС) – це дощоміри, які необхідно установити у верхів'ях басейнів доплив Дністра – рр. Свічи, Лімниці, Лукви, Бистриць Солотвинської і Надвірнянської, Свіржа, Гнилої Липи та ін. (рис. 7) для вимірювання кількості зливових дощів, про що автоматично буде повідомлятись у систему АВІПС-Дністер і у кризовий центр ДСНС.

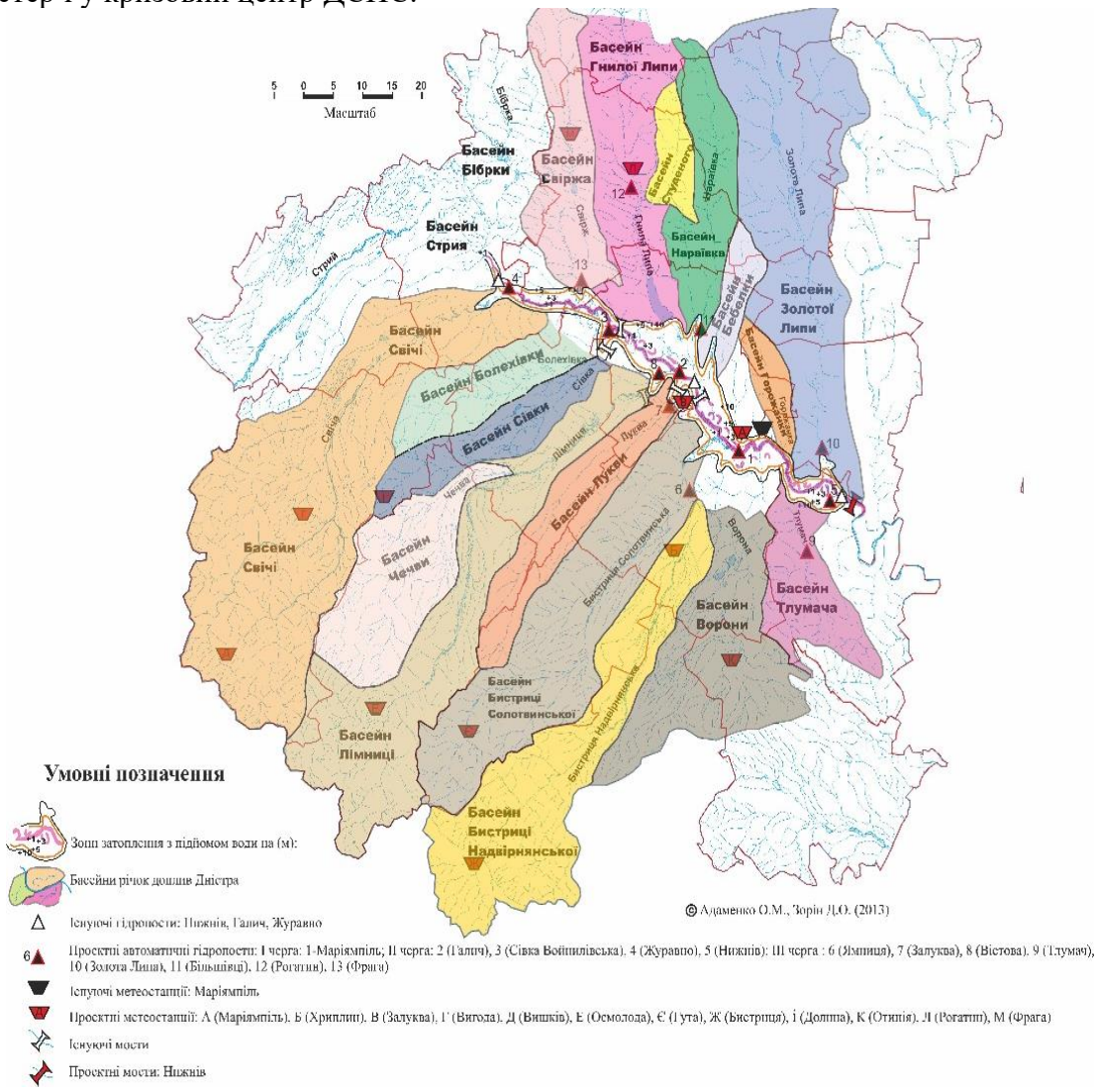

Рис. 7. Картографічна модель КІВПС

Телеметрична система передачі гідрологічної інформації (ТСПГІ) від АГП та АМС до АВІПС-Дністер та кризового центру ДСНС і далі – до населених пунктів. ТСПГІ розробляється з використанням сучасного радіо, теле- лазерної техніки, яка зможе перетворити гідрологічні показники (підйом рівня води через 1,2,3 ... 100 ... 1200 см, швидкість течії з точністю 0,1 м/с і розхід води в м /с) у радіосигнали. Останні через відповідні радіо-, теле- або лазерні канали мають передаватись у АВІПС-Дністер та в кризовий центр ДСНС, там аналізуватись і за допомогою тієї ж ТСПГ та дублюванням

по телефону передаватись далі до сільських (міських) рад населених пунктів, яким загрожує повінь.

Розмітка на місцевості сегментів (РМС) у населених пунктах, які будуть затоплені при підйомі води у Дністер на 1, 2, 3, ... 10, 11, 12 м. Для виконання цієї досить трудомісткої операції необхідно мати топографічні карти населених пунктів масштабу 1:10 000 (цифрових і на паперових носіях), на яких будуть розмічені кольором сегменти населеного пункту, що можуть бути затопленими при підйомі рівня води на 1, 2, 3, ... 10, 11, 12 м.

Для визначення часу приходу паводкової хвилі, наприклад, до мосту у м. Галич використовуємо дані автоматичних гідрологічних постів, які необхідно установити на опорах мостів через рр. Лукву (с. Залуква), Лімницю, Сівку (с. Сівка Войнилівська), Дністер (с. Журавно, Сівка Войнилівська), Свірж (рис. 8, 9).

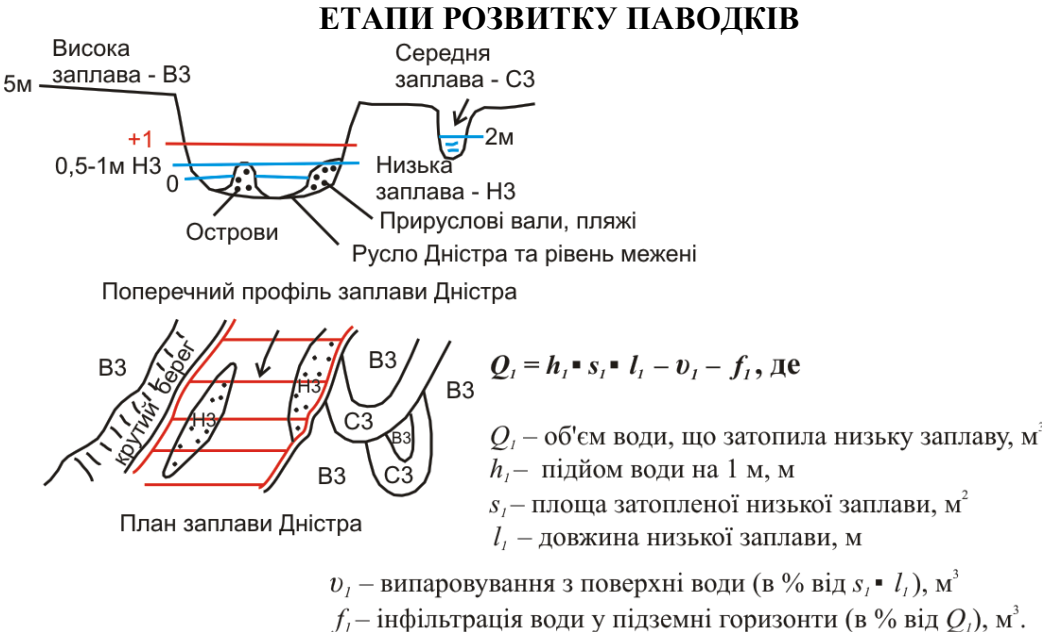

Рис. 8. Затоплення низької (1м) заплави (прируслові вали, пляжі, острови) з підйомом води на 1 м над меженним середньомісячним літнім (червень-серпень) рівнем русла р. Дністер (0 м).

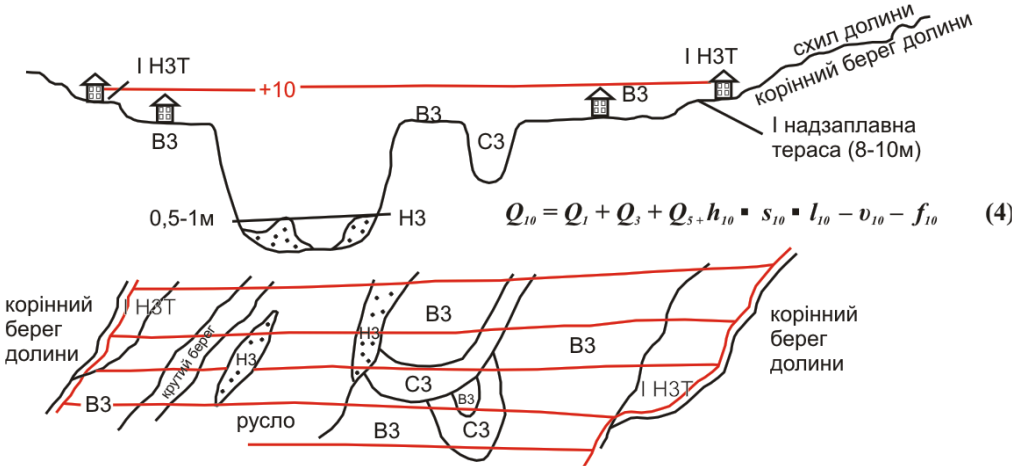

Рис. 9. Затоплення I надзаплавної тераси (8-10 м) з підйомом води на 10 м над меженним середньомісячним літнім (червень-серпень) рівнем (0м)

Отже, КІВПС значно підвищує рівень захисту населення від катастрофічних паводків і знижує екологічний ризик тої небезпеки, що постійно виникає у басейнах рік Дністра і Прута, тобто на всій території Івано-Франківської області [2]. Для розробки комп'ютеризованої програми пропонуємо наступну формулу (на прикладі р. Лімниця):

$$QЛi = HЛi \times \delta Лi - \lambda Лi - fЛi, \quad (1)$$

де *QЛі* – об'єм паводкової води, що надходить з р. Лімниці у Дністер після зливових дощів у басейні Лімниці, м^3;

НЛі – кількість опадів від одноразового зливового дощу у басейні Лімниці, за даними метеостанції, яку необхідно установити у с. Осмолода;

δЛі – площа басейну р. Лімниці, м^2;

νЛі – випаровування з поверхні води у р. Лімниці (у відсотках від *QЛі*), м^3;

f Лі – інфільтрація води у підземні горизонти (у відсотках від *QЛі*).

Для розрахунку висоти підйому паводкової води, наприклад, біля мосту у м. Галич, використовуємо формулу:

$$h = \frac{O - \upsilon - f}{s \times l}, \quad (2)$$

$$Q = QЛу + QЛі + QCі + QД\ вих. + QCв, \quad (3)$$

де *s* – площа, що покрита зливовим дощем, м^2;

l – довжина допливу, що затоплена паводком;

v – випаровування з поверхні паводкової води в долині Дністра вище гирла р. Лукви;

f – інфільтрація паводкової води у підземні горизонти (у відсотках від *s*l*);

h – висота підйому паводкової води біля мосту у м. Галичі.

Кліматичні зміни у минулому та можливості прогнозу чергових катастрофічних паводків.

Аналізуючи численні дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених про глобальні кліматичні зміни, О. М. Адаменко та Д. О. Зорін [7] побудували графіки коливань потеплінь та похолодань на протязі геологічної історії Землі від її народження 4,567 млрд р. тому до сучасності. Виявилося, що глобальні зміни відбувались періодично, циклічно. Такі цикли мали різну протяжність від Галактичного року (225-250 млн р.), яких було 19, до сучасних 11 літніх циклів Сонячної активності. Усього виявлено 13 порядків циклів, які у вигляді синусоїд інтерферують, обумовлюючи періодичність геологічних подій, зміни клімату, палеогеографічних умов та розвитку біосфери.

Циклічність глобальних кліматичних змін пояснюється космічними (галактичні роки) та земними (тектоно-магматичними епохами) причинами. Останні починаються активними рухами літосферних плит і закінчуються складчастістю та гороутворенням, що призводить до похолодань та зледенінь. Тому на циклічність І порядку – галактичні роки (225-250 млн р.) накладаються геотектонічні епохи ІІ порядку (50-70 млн. р.) – карельську, байкальську, каледонську, герцинську, мезозойську та альпійську, які поділяються на тектоно-магматичні підепохи ІІІ (30-40 млн р.) і IV (10-15 млн р.) порядків. Вказана закономірність ускладнюється надзвичайними подіями – зіткненнями Землі з іншими космічними тілами (Вертфордський метеорит у протерозої, Чиксулубський астероїд в кінці крейдяного періоду – 65 млн р., що спричинив загибель

динозаврів), спалахи наднових зірок (ордовицьке вимирання біоти) та внутрішньо земними явищами – виверження Сибірських трапів, велике пермське вимирання.

Наступні глобальні кліматичні зміни відбулись у палеоген-неоген –четвертинному періодах. Це V (3-5 млн р.), VI (150-140 тис. р.) та VII (10-20 тис. р.) цикли, пов'язані не стільки з тектоно-магматичним розвитком Землі, скільки з початком великого кайнозойського похолодання, яке привело до розвитку четвертинного льодовикового періоду. VIII (1-4 тис. р.) і IX (500-600 р.) відображають зміни потеплінь і похолодань до початку нової ери.

Аналіз літописних, історичних та археологічних даних [7] виявив циклічність кліматичних змін у новій ері: від її початку і до XII ст. продовжувалось потепління IX циклу – малий кліматичний оптимум та малий льодовиковий період (XIII-XVIII ст.) .З XIX ст. почалось сучасне потепління з достатньо чіткими 33–річними коливаннями X циклу . У долині Дністра виявлено кілька таких потеплінь (XIX ст.-1911, 1935-1971, 1995 - сьогодення) і похолодань (1911-1935, 1971-1995). Це XI цикл з періодичністю 20-15-11-років, які поділяються на XII (5-6 р.) і XIII (3-4 р.) цикли. На тлі 33-річних коливань клімату в долині Дністра проявлялись 11-річні цикли та катастрофічні повені 1911,1927,1941, 1955, 1969, 1980, 1988, 2002 , та 2008 і нарешті 2019 р.

Висновки: Історичні та інструментальні дані з 1981 р. дають можливість прийти до таких висновків:

- повторюваність повеней через 1 рік – це звичайні весняні повені;
- через 3-4 роки відбуваються помітно вищі, ніж звичайні весняні повені, це перший періодичний інтервал – катастрофічний паводок за багато років;
- через 5-6 років – другий періодичний інтервал катастрофічних паводків;

Через 11-15-20 років – третій періодичний інтервал катастрофічних паводків.

Отже, перший інтервал (3-4 роки) підпорядкований другому (5-6 років) і повторюється двічі протягом другого інтервалу, а другий інтервал (5-6 років) , в свою чергу, підпорядкований третьому інтервалу (11-15-20 років) і повторюється 3-4 рази. Ці три різнопорядкових хвилі повторюваності і катастрофічних паводків підтверджуються даними за інструментальний період метеоспостережень (1881 – до тепер).

Таким чином, у прогнозуванні катастрофічних паводків є три складові: перша – де вони можуть проявитись (просторовий прогноз), друга – максимально можливий підйом води (прогноз інтенсивності і третя – коли настане черговий паводок (часовий прогноз). Перші дві ми можемо прогнозувати, а третю поки що ні.

Список бібліографічного опису:

1. Адаменко О. М., Зоріна Н. О. Методологія та організація наукових досліджень в екології :*підручник. – Івано-Франківськ: Супрун В. П.*, 2015.-172с.
2. Адаменко О.М., Зорін Д.О. Стан довкілля у річкових долинах з катастрофічними паводками. Перший етап екологічних досліджень на Дністровському протипаводковому полігоні (2012-2018 рр.) : *монографія.* - *Івано-Франківськ : ІФНТУНГ*. 2018. — 241 с.
3. Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно-небезпечних об'єктів на навколишне середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: *автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора технічних наук: спец.*
4. Боголепов М. А. О колебаниях климата Европейской России в историческую эпоху. *Землеведение*, 1907. - Кн. 3,4. - С. 134-163.
5. Вишневський П.В. Зливи і зливовий стік на Україні. – *К.: Наукова думка*, 1964. - 144с.
6. Дячук В.А., Сусідко М.М. Паводки в Закарпатті та причини їх виникнення. *Український географічний журнал*, 1999. - № 1. - С. 33-42.
7. Кирилюк М.І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат. – *Чернівці : Рута*, 2001. - 246 с.
8. Лахов В.П. Учет осадков, задержанных лесом, методом дождевания. *Метеорология и гидрология*, 1938. - № 6. - С. 13-17.
9. Майергакова О. Значение перехвата осадков при решении осадкостоковых отношений и отношений баланса. – *В кн.: Конференция по гидрологии Карпат. –Братислава*, 1981. – С. 38-41.
10. Олийнык В.С. Задержание дождевых осадков пологом еловых древостанов Карпат. *Лесоводство и агролесомелиорация. – К: 1978.-Вып. 51*.- С.46-50.
11. Швец Г. И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР. – *Л*. 1971.
12. Шпак И.С. Влияние леса на водный баланс водосборов. – *К: Наукова думка*, 1968. - 142 с.

References

1. Adamenko O. M., Zorina N. O. (2015). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen v ekolohii :pidruchnyk. – Ivano-Frankivsk: Suprun V. P.-172s. [in Ukrainian].

2. Adamenko O.M., Zorin D.O. (2018). Stan dovkillia u richkovykh dolynakh z katastrofichnymy pavodkamy. Pershyi etap ekolohichnykh doslidzhen na Dnistrovskomu protypavodkovomu polihoni (2012-2018 pp.) : monohrafiia. - Ivano-Frankivsk : IFNTUNH. – 241 s. [in Ukrainian].
3. Adamenko Y. O. (2006). Otsinka vplyviv tekhnohenno-nebezpechnykh obektiv na navkolyshne seredovyshche: naukovo-teoretychni osnovy, praktychna realizatsiia: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia doktora tekhnichnykh nauk: spets. [in Ukrainian].
4. Boholepov M. A. (1907). O kolebanyiakh klymata Evropeiskoi Rossyy v ystorycheskuiu эpokhu. Zemlevedenye. – Kn. 3,4. – S. 134-163. [in Russian]
5. Vyshnevskyi P.V. (1964). Zlyvy i zlyvovyi stik na Ukraini. – K.: Naukova dumka. – 144s. [in Ukrainian].
6. Diachuk V.A., Susidko M.M. (1999). Pavodky v Zakarpatti ta prychyny yikh vynyknennia. Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal. - № 1. - S. 33-42. [in Ukrainian].
7. Kyryliuk M.I. Vodnyi balans i yakisnyi stan vodnykh pecypciv Ukrainskykh Karpat. (2001). Chernivtsi : Ruta. – 246 s. [in Ukrainian].
8. Lakhov V.P. (1938). Uchet osadkov, zaderzhannыkh lesom, metodom dozhdevanyia. Meteorolohyia y hydrolohyia. - № 6. - S. 13-17. [in Russian].
9. Maierhakova O. (1981). Znachenye perekhvata osadkov pry reshenyy osadkostokovыkh otnoshenyi y otnoshenyi balansa. – V kn.: Konferentsyia po hydrolohyy Karpat. –Bratyslava. – S. 38-41. [in Russian].
10. Olyinuk B.C. (1978). Zaderzhanye dozhdevkh osadkov polohom elovkh drevostanov Karpat. Lesovodstvo y ahrolesomelyoratsyia. – K.-Vup. 51.- S.46-50. [in Russian].
11. Shvets H. Y. (1971). Vudaiushchyesia hydrolohycheskye yavlenyia na yuho-zapade SSSR. – L. [in Russian].
12. Shpak Y.S. (1968). Vlyianye lesa na vodnuy balans vodosborov. – K: Naukova dumka. – 142 s. [in Russian].