

Л.А. ШИНКАРУК, кандидат технічних наук

В.В. ВЕЧЕР, кандидат технічних наук

Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне

КОНЦЕПЦІЯ ПРОТИПАВОДКОВОГО ЗАХИСТУ НА ОСНОВІ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПАВОДКОВИМ СТОКОМ

Проаналізовано проблеми протипаводкового захисту на річках Українських Карпат. Обґрунтовано необхідність здійснювати захист з використанням протипаводкових ємкостей, огорожувальних дамб, регуляційних споруд з обов'язковим виконанням їх моделювання. Зроблено висновок щодо залучення до цього процесу інтегрованого управління паводками.

Ключові слова: паводки, протипаводковий захист, акумулюючі ємкості, регуляційні споруди, інтегроване управління паводками.

Проанализированы проблемы противопаводковой защиты на реках Украинских Карпат. Обоснована необходимость защиты с использованием противопаводковых емкостей, ограждающих дамб, регуляционных сооружений с обязательным выполнением их моделирования. Сделан вывод о необходимости использования в этом процессе интегрированного управления паводками.

Ключевые слова: паводки, противопаводковая защита, аккумулирующие емкости, регуляционные сооружения, интегрированное управление паводками.

The problems of flood protection on the rivers of the Ukrainian Carpathians are analyzed. The necessity to carry out protection with the use of anti-floods reservoirs, fencing dams, regulating structures with the obligatory implementation of their modeling is substantiated. The conclusion is drawn on the inclusion of integrated flood management in this process.

Key words: floods, flood protection, accumulating reservoirs, regulating structures, integrated flood management.

Зміни клімату і паводки. Незважаючи на те, що у свій час відомий гідролог Воейков О.І. [1] сформулював відоме положення про те, що річки можна розглядати як **продукт клімату**, але розділ гідрології, що займається вивченням русел річок і руслових процесів до недавнього часу розвивався без усякого взаємозв'язку з дослідженнями клімату та його змін.

Спочатку XXI століття внаслідок затоплення високими водами постраждало понад 3 млн людей на території, підпорядкованій Європейській економічній комісії Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН), включаючи 1,9 млн осіб тільки у Східній Європі. В останні роки почастишали катастрофічні паводки, збільшились їх економічні, соціальні та екологічні наслідки й зросла кількість визваних ними людських жертв. Оцінюючи серйозність такої ситуації й взявши до уваги розширення територій, які відчують на собі зміни клімату, можна передбачити, що такі очікувані кліматичні зміни призведуть до того, що затоплення стануть частішими і масштабнішими.

Слід зазначити, що, зазвичай, паводки провокують і супроводжують інші катаклізми, такі як – зсуви, селі, буревії, можливе забруднення та зараження джерел водопостачання та інші. Тому збитки від затоплень високими водами займають друге місце після збитків від землетрусів.

Спеціалісти вказують на особливість проходження сучасних паводків констатуючи той факт, що норма опадів на територіях, які зазнають затоплення, залишається такою ж як і раніше, але інтенсивність їх випадання в часі значно прискорилась, і до тих пір, доки не буде здійснена надійна система захисних заходів в річковому басейні, затоплення завжди будуть можливими [2;3]. Результати наслідків паводків, засвідчують, що необхідно мати чітку схему їх пропуску та бути впевненими у надійній роботі всіх гідротехнічних споруд, особливо під час такого раптового та швидкоплинного гідрологічного процесу як паводок.

Сучасна тенденція протипаводкового захисту передбачає інтегроване управління паводковим стоком, яке в свою чергу включає наступні питання.

1. Попередження затоплень.
2. Захист від затоплень, готовність до можливого затоплення.
3. Невідкладні заходи.
4. Відновлення наслідків від затоплення [4].

Останніми трьома вищезазначеними проблемними питаннями займається кафедра гідротехнічного будівництва та гідравліки Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП, м. Рівне). Вона має дієву унікальну та найпотужнішу в Україні гідротехнічну лабораторію загальною площею 915 м², інноваційні наукові розробки й може виконувати та виконує фізичне та математичне моделювання гідравлічних процесів і гідротехнічних споруд, у тому числі наукові дослідження з комплексного регулювання русел річок, оскільки.

Сучасна водогосподарські проблеми та концепція протипаводкового захисту в Україні. Найактуальнішими водогосподарськими проблемами в Україні на сьогодні є: захист від затоплення та підтоплення територій паводковими і повеневими водами; відновлення та розвиток гідромеліорації земель; забезпечення населення питною водою; відновлення та розвиток малої гідроенергетики; забезпечення надійної роботи існуючих гідротехнічних споруд.

На наш погляд, для ефективного вирішення глобальної і дуже актуальної проблеми – здійснення захисту територій від затоплення, необхідно поєднати зусилля спеціалістів, які працюють на Землі – гідротехніків, гідрологів, гідрогеологів та спеціалістів, які використовуючи спеціальне супутникове обладнання, здійснюють моніторинг Землі за допомогою дистанційного зондування (ДЗЗ), і спроможні прогнозувати стихійні лиха, в тому числі урагани, затоплення від річкових і прибережних повеней тощо.

Все більшого визнання набуває концепція, згідно з якою традиційні засоби протипаводкового захисту повинні використовувати в одночасному поєднанні з регулюванням паводкового стоку – здійснювати управління паводковим стоком, при цьому обов'язковими до використання виступають протипаводкові ємкості в поєднанні з регуляційними спорудами.

Протипаводкові ємкості в нормальних умовах це порожні ємкості, які заповнюються тільки під час паводків рідкої повторюваності та спрацювання заакумльованого об'єму здійснюється після проходження паводка. Досвід роботи таких споруд на Дністрі показує: необхідно щоби поріг водозабірних споруд влаштовувати на відмітках, що відповідають витратам в річці з діапазоном забезпеченостей від 20% до 1%. Для цього необхідно обов'язково здійснювати лабораторну перевірку роботи таких споруд охопивши найширший прогнозований (але можливий під час експлуатації) діапазон витрат і рівнів високої води на предмет перевірки пропускної спроможності споруд.

У Європі регулювання паводкового стоку почали впроваджувати з ХІХ ст. Одним з перших захищених об'єктів було м. Відень. Вище міста по течії в межах пониженої частини річкової долини р. Дунай було побудовано сім басейнів з вимощенням їхнього ложа камінням, які виконували роль паводкозатримувальних ємкостей.

На сьогодні, сусідні з Україною країни Румунія та Угорщина, на які приходить відповідна доля Карпатських гір і гірських річок, тобто мають аналогічні умови з гірськими річками Українських Карпат а також проблеми з протипаводковим захистом, випереджують нас в плані будівництва протипаводкових ємкостей. Так, наприклад, в Угорщині в 2008 р. побудовано польдер «Циганд» (фото 1), а в 2014 року здано в експлуатацію найбільший паводкоакумлюючий польдер у Середній Європі (фото 2). Він розташований в межиріччі річок Самош-Красна. Польдер був реалізований в рамках програми «Подальший Розвиток Плану Вашаргелі» за фінансової підтримки ЄС.

Після проходження паводка в Прикарпатті у 2008р. спеціалісти знову звернулися до схем захисту з влаштуванням протипаводкових ємкостей, яку розпочинали впроваджувати вже двічі, у ХІХ і ХХ ст. На сьогодні, в період глобальних кліматичних змін, цей варіант є найперспективнішим і найреальнішим з точки зору забезпечення захисних функцій від шкідливої дії води, оскільки досвід роботи попередніх захисних схем підтверджує необхідність одночасного використання в захисній схемі класичних (систематичних) гідротехнічних і регуляційних споруд.



Фото 1. Водозабірна споруда протипаводкової акумулюючої ємкості «Циганд», Угорщина, 2008



Фото 2. Водозабірна споруда найбільшого протипаводкового акумулюючого польдера «Самош-Красна», Угорщина, 2014

Протипаводкові ємкості дозволяють значно знизити рівень води в річці на нижче розташованих ділянках при проходженні максимальних паводків завдяки розвантаженню частини паводкової витрати і акумуляції її на своїй площі, що суттєво зменшує небезпеку затоплення прилеглих земель та населених пунктів і руйнування регуляційних споруд. Для цього можна використовувати існуючі польдери або будувати нові спеціальні ємкості для акумуляції води під час проходження паводка.

Особливості роботи протипаводкових ємкостей пов'язані з відводом значних витрат води з річки при невеликих питомих витратах на водозливні водозабірної споруди. Зазвичай, боковий відвід води з річки істотно ускладнює умови роботи водозбору. Об'єми штучних ємкостей повинні бути достатніми для акумуляції розрахункових об'ємів води, а водозабірні споруди повинні забезпечити наповнення ємкостей за розрахунковий період часу.

Таким чином, концепція управління паводками полягає в тому, що до складу схеми протипаводкового комплексу повинні обов'язково входити протипаводкові ємкості та класичні (традиційні) регуляційні споруди – огорожувальні дамби, напівзагати, загати, донні пороги, поздовжнє укріплення.

В Закарпатській області в басейні р. Тиса заплановано створити 22 протипаводкові ємкості з загальною площею 152 кв. км і сумарною корисною ємністю 92 млн. куб. м. Будівництво однієї із них «Вари-Четфалва» завершують на р. Тиса в Берегівському районі (фото 3 і 4).



Фото. 3. Гідравлічні дослідження водозабірної (впускної) споруди польдера «Вари-Четфалва» і на р. Тиса в Закарпатській обл. (моделювання наповнення польдера в гідротехнічній лабораторії НУВГП)



Фото 4. План водовипускної споруди польдера «Вари-Четфалва» і на р. Тиса в Закарпатській обл. (реалізовано за рекомендаціями кафедри ГТБГ)

На річках Прикарпаття передбачено влаштувати 101 ємкість. Завершують будівництво трьох ємкостей у верхів'ях р. Дністер. На сьогодні введено в експлуатацію дві протипаводкові ємності у верхів'ї Дністра у Львівській області «Чайковичі» і «Тершаків», що при різких підняттях рівнів дозволяє накопичити близько 100 млн. куб. м. паводкового стоку та покращити умови проходження паводкових витрат нижче за течією у Львівській та Івано-Франківській областях.

Обґрунтування необхідності будівництва акумулюючих ємкостей (на прикладі р. Дністер). Річка Дністер бере свій початок на північних схилах Українських Карпат з джерела що витікає під горою на висоті 932 м над рівнем моря, яка називається Старе Поле, розташованої недалеко с. Вовче Турківського району Львівської області.

Нижче м. Старий Самбір р. Дністер утворює болотистий масив, відомий під назвою Великих Наддністрянських боліт, на заході бере початок в межиріччі річок Стрв'яж і Дністер, на сході він примикає до болотистих масивів, розтягнутих вздовж річок Бистриця та Тисмениця. Територія зазначеного болотистого масиву

розташована на території Самбірського, Дрогобицького та Городоцького районів Львівської області.

По контуру болотистого масиву розташовано біля 30 населених пунктів, більшість з яких потерпає від затоплення під час проходження весняних і літніх дощових паводків. Таким чином, народне господарство цих

районів, особливо, сільське господарство, зазнає значних збитків від затоплення територій паводковими водами.

Спробу забезпечити надійний захист території від високих паводкових вод з використанням протипаводкових (акумуляюючих) водойм на зазначеній ділянці верхнього Дністра розпочинали впроваджували двічі, у XIX і XX ст., але цю проблему за різних причин так і не було вирішено [5].

За результатами спостережень на території водозбірного басейну Дністра за період в 100 років (з 1911 по 2012 рр.) пройшло 15 паводків з катастрофічними наслідками: в 1911, 1929, 1941, 1952, 1955, 1969, 1974, 1980, 1989, 1997, 1998, 1999, 2001, 2002, 2008 роках.

Паводок, який пройшов у Прикарпатті 23-27 липня 2008 р. завдав значних збитків народному господарству України, він характеризується катастрофічними наслідками і, на жаль, не обійшлося без людських жертв. За оцінкою спеціалістів прямі збитки від липневого паводка 2008р. складають біля 6 млрд. гривень, тільки в Львівській області понад 340 млн. гривень [6].

Для ліквідації наслідків паводка 2008 р. та попередження в подальшому катастрофічним проявам водної стихії було розроблено «Державну цільову програму комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Пруту та Сірету» [6] і «Схему» до цієї програми, в якій використано кращий світовий та вітчизняний досвід проектування споруд протипаводкового захисту з використанням теорії гідроморфологічного моніторингу річок [7;8;9]. Метою цієї Програми було створення в басейнах Дністра, Прута та Сірета комплексу захисних, регуляційних гідротехнічних й інших інженерних споруд для забезпечення захисту населених пунктів, територій сільськогосподарських угідь і виробничих об'єктів від затоплення високими паводковими водами, мінімізації збитків та створення нормальних умов для життєдіяльності населення. Програма розрахована на 17 років. Дію Програми розпочато в 2009 році. Загальний обсяг фінансування заходів Програми складає 31317 млн. грн, у тому числі заходи Держводагенства України – 24183,4 млн. гривень [6].

У Львівській області першочерговими заходами в реалізації цієї програми було заплановано будівництво трьох акумуляюючих ємкостей для трансформації паводкового стоку р. Дністер: «Чайковичі» (55 млн. кубічних метрів), «Мости» (57 млн. кубічних метрів), «Тершаків» (50 млн. кубічних метрів).

Першу з них, ємкість «Тершаків», було побудовано на р. Бистриця біля с. Тершаків (це найнебезпечніше місце під час проходження паводків, оскільки тут стікаються аж 4 річки – Дністер (основна річка), Верищиця – ліва притока Дністра, Бистриця і Тисмениця – праві притоки Дністра). Завершено будівництво ємкості «Чайковичі» (вона буде акумуляувати 55 млн. м³, що дозволить понизити рівень води на 0,7м і захищатиме більше 10 тисяч

гектарів землі) (фото 6). На стадії завершення об'єкт у Мостах, (він акумулюватиме 57 млн. м³). У підсумку три ємкості зможуть акумулювати 162 млн. м³ води. Під час піку паводка це дозволить знизити рівень води у р. Дністер (в районі с. Ліпиці) на 2,21 м , що дозволить захистити від підтоплення 30 тис. га території, 25 населених пунктів, позитивно вплине на проходження наступних паводків та зменшить ризик затоплення територій наступними паводками, розташованих нижче за течією та в сусідніх областях.



Фото 5. Гідравлічні дослідження бокового водозабору протипаводкової ємкості на р. Бистриця біля с. Тершаків у Львівській обл.



Фото 6. Боковий автоматичний водозабір протипаводкової акумулюючої ємкості «Чайковичі» на р. Дністер у Львівській обл. (реалізовано за рекомендаціями кафедри ГТБГ)

Кафедра ГТБГ брала активну участь в лабораторних (модельних) дослідженнях водопропускних споруд акумулюючих ємкостей і польдерів, що проектують на річках Українських Карпат (фото 5). Поеднання фізичного і математичного моделювання споруд дає найвирогідніші прогностичні результати щодо майбутньої роботи споруд запропонованих захисних схем. Рекомендації, отримані за результатами досліджень були враховані спеціалістами під час проектування та будівництва протипаводкових споруд.

Іншим науковим напрямком кафедри ГТБГ щодо регулювання русел і захисту їх від водної ерозії це стабілізація русел, природній баланс яких порушено внаслідок антропогенного впливу (фото 7 і 8), [10].



Фото 7. Гідравлічні дослідження донних порогів для стабілізації русла р. Дністер в межах м. Старий Самбір Львівської обл.



Фото 8. Донні пороги, побудовані на р. Дністер в м. Старий Самбір Львівської обл. (за рекомендаціями кафедри ГТБГ)

Висновки

1. В світлі розвитку **інтегрованого управління паводками** (ІУП), метою якого є об'єднання розвитку земельних і водних ресурсів запропонована схема регулювання верхнього Дністра повністю відповідає підходам і положенням цього процесу. Головною своєю метою ІУП є мінімізація збитків від паводків з одночасним максимальним використанням заплавної території.

2. За допомогою схеми, яка включає протипаводкові ємкості та традиційні регуляційні споруди можна гарантувати надійний захист території від затоплення. Реалізація такої схеми є економічно доцільним і технологічно логічним, оскільки влаштовують ємкості у верхів'ї річки, яке вважають паводконебезпечною зоною, що дозволить регулювати паводковий водний потік на початку його формування і не допустити його на нижче розташовані території.

3. Використання протипаводкових ємкостей вирішує і екологічну проблему, яка полягає в тому що дозволяє забезпечити екологічну складову природного процесу – залишити на конкретній території об'єм води, яка їй належить, а не відправляти його чим скоріше від цієї території, і тим самим забезпечити поповнення водою підземних вод та підвищення їх горизонтів на конкретній території.

4. Протипаводкові ємкості також можуть бути використані в якості резервних басейнів для накопичення і зберігання прісної (питної) води, яку можна використовувати в засушливі періоди року.

5. Запропоновані схеми протипаводкового захисту є складними. Тому для перевірки їх майбутньої роботи споруд такої схеми необхідно обов'язково виконувати гідравлічне моделювання, як метод прогнозування роботи споруд під час проходження паводка або повені.

6. У 2014 р під час інтенсивних дощів і підняття рівнів води в р. Дністер спрацювала протипаводкова ємність «Тершаків» у Львівській області, що дало змогу заакумулювати понад **21 млн. м³** паводкового стоку, чим було забезпечено захист **20 населених пунктів**. Цим доведено ефективність використання такої схеми протипаводкового захисту.

Список літератури

1. *Воєйков О.І.* Клімат земної кулі, особливо Росії. СПб., 1884.
2. *Гинко С.С.* Катастрофы на берегах рек. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 128 с.
3. *Нежиховский Р.А.* Наводнения на реках и озерах. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 184с.
4. *Водна Рамкова Директива* ЄС 2000/60/ЕС.
5. *Якушев А.І., Швартау В.Р., Шинкарук Л.А., Хлапук М.М.* Протипаводковий захист на ділянці верхнього Дністра: історія, проблеми, шляхи їх вирішення // Водне господарство України. 2013. № 2 (104). С.12-18.
6. *Державна цільова програма комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Пруту та Сірету* // Постанова Кабінету Міністрів України № 1151 від 27 грудня 2008 року. 11 с.
7. *Шинкарук Л.А., Хлапук М.М., Якушев А.І., Біскуб П.І.* Гідроморфологічний моніторинг р. Прут у межах м. Чернівці // Водне господарство України. 2010. № 6. С.8-14.
8. *Шинкарук Л.А., Хлапук М.М., Якушев А.І.* Гідроморфологічний моніторинг і регулювання р. Дністер в межах м. Старий Самбір // Водне господарство України. 2011. № 2. С.41-47.
9. *Шинкарук Л.А., Хлапук М.М., Щодро О.Є., Якушев А.І.* Гідроморфологічний моніторинг р. Тиса на ділянці Королево – Вилок в Закарпатській області // Водне господарство України. 2012. № 2. С.8-15.
10. *Хлапук М.М., Шинкарук Л.А., Ясінська Л.Р.* Дослідження впливу донних порогів на структуру водного потоку перед ними на передгірських ділянках річок // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва, №755. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. С. 449-456.

Стаття надійшла до редакції 1.12.17