

## ТЕХНОГЕННА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

УДК 55.556

*О.Ф. Бабаджанова, канд. техн. наук, доцент, Ю.Е. Павлюк, канд. техн. наук, доцент, Ю.Г. Сукач (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

### СУЧАСНІ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕНЕЙ

Протягом останніх десятиліть в світі відбувалися руйнівні повені, що призвели до людських жертв, необхідності переселення людей, значних економічних збитків та негативного впливу на природу. В статті встановлено основні критерії, що впливають на розвиток та поширення цих гідрологічних явищ.

Повені не знають кордонів між країнами та регіонами. Це означає, що управління ризиками повеней повинно носити транскордонний характер. Розглянуто сучасні тенденції ефективного планування управління ризиками повеней в країнах Євросоюзу.

**Ключові слова:** безпека, повені, паводки, управління ризиками, карти небезпеки повеней.

**Постановка проблеми.** Ризики суспільства від катастроф природного та техноприродного (комбінованого) характеру зростають незважаючи на загальний технічний прогрес. Щорічно кількість постраждалих від цих катастроф збільшується в середньому на 6%. Повені та пожежі належать до природних процесів, які відбуваються в біосфері та впливають на планету протягом тисячоліть.

За повторюваністю, площею поширення і середньорічними матеріальними збитками повені займають перше місце серед стихійних лих [1]. Особливістю повеней, як і деяких інших надзвичайних ситуацій природного характеру, є те, що їх неможливо уникнути. Вирішити проблеми повеней можна лише завдяки зниженню їх негативних наслідків, приймаючи організаційно-технічні рішення.

Людство протягом багатьох століть намагалося захиститися від повеней, але, на жаль, не досягло успіхів в цьому. Навпаки, з кожним століттям збитки від повеней продовжують зростати. Особливо зросли ці збитки (приблизно в 10 разів) в другій половині минулого століття. За даними [2] площа паводконебезпечних територій на земній кулі становить приблизно 3 млн. кв. км, на яких проживає майже 1 мільярд осіб. Щорічні збитки від повеней в окремі роки перевищують 200 мільярдів доларів і супроводжуються загибеллю тисяч людей.

Внаслідок глобального потепління та зміни клімату існує небезпека швидшого танення снігових мас у високогір'ї, а отже й порушення гідрологічного режиму гірських річок та виникнення повеней. До пріоритетних антропогенних причин повеней належать: широкомасштабне знеліснення гірських схилів протягом агрокультурного періоду; зниження природної верхньої межі лісу; зміна природної вікової структури лісів; знищення водозахисних лісів на перших терасах гірських річок [3]. Масштабний паводок 2008 р. в західних областях України є наслідком вирубування лісів в Карпатах. Втративши за останні 40 років значну частину лісового покриву, українські Карпати не здатні втримувати вологу. Вода швидко стікає в долини, спричиняючи масштабні лиха.

Інтенсивні та тривалі літні опади спричинили в Центральній Європі та інших регіонах світу в 2002 році дуже руйнівні паводки (табл.1).

**Таблиця 1**

*Приклади паводків протягом літа 2002 року [4]*

Розташування та континент	Тривалість, днів	Площа затоплення, км <sup>2</sup>	Збитки, дол./км <sup>2</sup>
ЄС, Європа	18 (серпень)	252,300	79,270
Росія, Азія	12 (червень)	224,600	1,945
Венесуела, Південна Америка	11 (липень)	224,900	13
Китай, Азія	10 (червень)	252,000	1,587
Китай, Азія	8 (липень)	127,600	287

На тлі швидкої урбанізації, зростання населення та довгострокових тенденцій зміни клімату повені стають все більш серйозною проблемою розвитку суспільства. Найбільш ефективним способом управління ризиками повеней є прийняття комплексного підходу, який поєднує в собі як структурні (інженерні), так і неструктурні (неінженерні) заходи.

**Постановка завдання.** У більшості інформаційних джерел про повені констатується факт повені, заподіяний збиток, інженерні методи захисту від них. В останні десятиліття почали розглядати можливості впровадження неінженерних методів для зменшення лих, заподіяваних повенями. Зараз розробляється системна концепція заходів, які необхідно здійснити на паводконебезпечних територіях в періоди до, під час і після повеней [5].

Тому проблема розробки сучасних систем попередження та прогнозування повеней потребує всестороннього вивчення з метою можливості подальшого застосування в наших умовах.

**Виклад основного матеріалу.** Повені не знають кордонів між країнами та регіонами. Це означає, що управління ризиками повеней має мати транскордонний характер. Основними перевагами транскордонної співпраці є розширення бази знань та інформації, збільшення доступних стратегій дій та забезпечення прийняття більш оптимальних й економічних рішень.

Розроблена Директива ЄС про оцінку та управління ризиками повеней, яка набула чинності 26 листопада 2007 року [5] визначає критерії оцінки ризиків повеней і управління ними для скорочення несприятливих наслідків повеней для здоров'я людей, навколишнього середовища, культурної спадщини та економічної діяльності у ЄС.

Ця Директива вимагає від держав-членів ЄС оцінки схильності водотоків і прибережних територій до ризику затоплення, проведення картування затоплюваних територій та вжиття адекватних й узгоджених заходів щодо зниження ризику повеней.

Поінформованість про безпеку та ризики (зокрема, про їх розподіл у просторі) є ключовим елементом ефективного планування управління ризиками повеней. На накопичення знань та інформації про ризики повеней спрямовані дві європейських ініціативи: Європейський цикл обміну інформацією з картування повеней (EXCIMAP) і Європейський цикл обміну інформацією з прогнозування повеней (EXCIFF).

На зібраних EXCIMAP картах безпеки повеней вказані різні параметри (наприклад, глибина затоплення, швидкість потоку, поширення хвилі затоплення з зазначенням ймовірності та охоплення) у вигляді окремих карт, або зведених карт параметрів із зазначенням зон безпеки. Хоча карти повеней із зазначенням різних параметрів надають основну інформацію, карти небезпечних зон безпосередньо орієнтовані на застосування. Вони можуть використовуватися для планування землекористування або страхування.

В реальній ситуації різні країни європейського регіону мають неоднакові можливості для складання карт ризиків повеней через різний рівень знань і наявність технічної інфраструктури для збору даних та обміну ними, їх моделювання і картування, а також фінансових ресурсів. Складання карт ризику повеней є дуже дорогим і залежить від наявності даних. Наприклад, за швейцарськими оцінками, вартість картування ризику повеней становить близько 2000 євро на км<sup>2</sup> [5].

Обмін досвідом прогнозування повеней в Європі здійснюється, головним чином, на основі двосторонніх контактів або через такі багатосторонні органи, як міжнародні річкові комісії.

У 2004-2007 рр. був створений Європейський цикл обміну інформацією прогнозування повеней (EXCIFF) [6], призначений для обміну знаннями та досвідом прогнозування повеней у сфері:

- практики моніторингу та виявлення повеней;
- процедур і організації прогнозування повеней;
- інформації для видачі сигналів оповіщення про повені.

EXCIFF проводив вивчення сформованої в Європі практики прогнозування повеней. Крім того, була проведена оцінка основних потреб з інформації в зазначених сферах, за результатами якої був складений огляд для різних видів і аспектів прогнозування. В результаті оцінки було здійснено ряд пріоритетних заходів (наприклад, навчання експертів), а також обмін досвідом у сфері організації прогнозування повеней.

Після катастрофічних паводків у басейнах Ельби і Дунаю, що трапилися в серпні 2002 р., Європейська Комісія (ЄК) ініціювала розробку і тестування Європейської системи оповіщення про повені (EFAS), мета якої полягає у оповіщенні та доповненні існуючих національних систем. Роз-

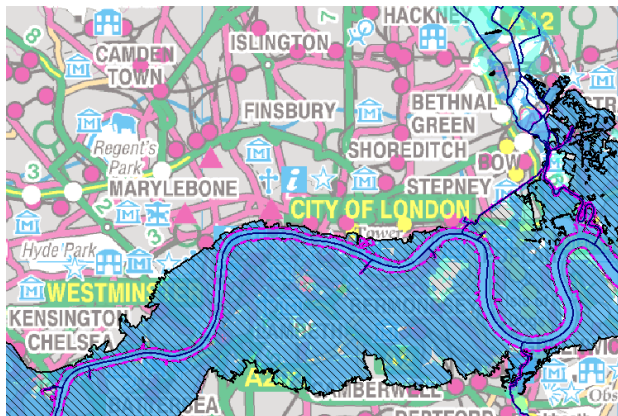
роблена в спільному дослідному центрі при ЄК система EFAS може забезпечувати моделювання повені на середньострокову перспективу на всій території ЄС з часом попередження (тобто між виявленням і появою повені) в 3–10 днів. Після свого створення система EFAS успішно видавала сигнали раннього оповіщення – за 3-6 днів до повені [5]. Ось лише деякі приклади: повінь в серпні 2005 р. в Північних Альпах; повінь на Ельбі та Дунаї в результаті танення снігів у березні-квітні 2006 р.; кілька попереджень про повені на річках Румунії, в тому числі в серпні 2008 р.; повінь на річці По в квітні 2009 р. У деяких з цих випадків органи цивільного захисту змогли розпочати свою діяльність завчасно саме завдяки ранньому оприлюдненню інформації через EFAS.

Система EFAS двічі на день отримує близько 70 різних цифрових прогнозів погоди з Європейського центру середньострокових прогнозів погоди (ECMWF), від Німецької служби погоди (DWD) і Метеорологічного консорціуму (COSMO-LEPS), а також результати спостережень за погодою і стоком річок, що проводяться кількома європейськими організаціями в режимі, наближеному до реального часу. Всі ці дані вводяться в систему гідрологічного моделювання (LISFLOOD), яка формує 70 прогнозів повеней. Статистичні порівняння з минулими повенями дозволяють EFAS встановлювати потенційну можливість перевищення критичних для оповіщення порогових значень у часовому інтервалі прогнозування. В таких випадках починається активне розсилання електронних повідомлень з попередженням про паводок та інформацією про ймовірності повені відповідним національним гідрологічним службам. Ці служби можуть перевірити результати на місці і отримати доступ до всіх оповіщень через захищений веб-сервер [5].

У EFAS є дві переваги. По-перше, вона надає ЄК корисну інформацію для підготовки допомоги та її надання як до, так і після повені, через механізм цивільного захисту співтовариства, координований Центром моніторингу та інформації (MIC) у Брюсселі. По-друге, мережа з 25 національних та/або регіональних гідрологічних служб отримує додаткову інформацію про повені на середньострокову перспективу, яка може допомогти у підвищенні готовності до майбутньої повені. Плата за участь у EFAS не стягується; в системі можуть брати участь національні й регіональні гідрологічні служби, що беруть участь в оперативному національному/регіональному оповіщенні про повені, після підписання простого меморандуму про взаєморозуміння, в якому розписані завдання і відповідальність без вказівки обов'язків національних гідрологічних служб. В даний час EFAS охоплює Європу до 30° східної довготи (включаючи Фінляндію, держави Балтії та Республіку Молдову). Існує можливість подальшого розширення в разі зацікавленості з боку інших країн.

Карти небезпеки повеней зазвичай доступні для громадян, але можливості для їх розповсюдження та публікації у відкритих джерелах відрізняються в різних країнах. Карти повеней в Сполученому Королівстві публікуються Агентством з охорони навколишнього середовища, Шотландським агентством із захисту навколишнього середовища (по Шотландії). Вони показують річкові повені з повторюваністю 1 раз на 100 років і прибережні повені з повторюваністю 1 раз на 200 років, а також масштаби катаклізмів з повторюваністю 1 раз на 1000 років [7].

Заплави є областю, яка, природно, страждає від повеней або припливів та шторму, що призводить до затоплення прибережних районів.



*Рис. 1. Карта ризику повені. Лондонський Сіті в масштабі 1:75 000*

На карті ризику повені (рис. 1) зображені 2 різних області. Вони можуть бути описані таким чином:

- Темно-синім показані області, які можуть постраждати від повені з річки чи моря, якщо б не було захисту від повеней. Ця область може бути затоплена: повинню від моря, яка має 0,5 відсотка (1 на 200) або більшу ймовірність відбуватися щороку; чи повинню з річки, яка має 1 відсоток (1 на 100) або більшу ймовірність відбуватися щороку.
- Блакитний показує крайню межу повені від річки або моря. Ці віддалені райони, можуть бути зачеплені повинню з щорічною ймовірністю до 0,1 % (1 на 1000).

Ці два кольори показують ступінь природної запливи, якби не було захисту від повеней та деяких інших штучних каналів і заходів.

Фіолетова лінія показує всі протипаводкові споруди, побудовані за останні п'ять років для захисту від розливів річок, які відбуваються щороку з ймовірністю 1% (1 на 100), або повеней від моря, які відбуваються щороку з ймовірністю 0,5% (1 на 200).

Заштриховані області показують райони захисту від повеней. Якщо захисту не буде, ці райони будуть затоплені. Захист від повені не повністю усуває ймовірність затоплення, адже рівень може бути перевищений за екстремальних погодних умов.

Синя лінія показує основні річки (великі струмки і ріки).

Оцінка ймовірності затоплення від річки і моря в будь-якому місці ґрунтується на наявності та дії всіх захисних споруд, передбачених на повинь різних рівнів. Натиснувши в будь-якому місці синьої області запливи, людина може побачити, яка з трьох категорій ймовірності затоплення (значне, помірне або низьке) буде там.

Схеми попередження про повені були створені для ряду територій, які вважаються особливо небезпечними в разі повені. На цих територіях жителів попереджають заздалегідь, коли повинь може бути ймовірною та наскільки серйозною може бути. Ряд попереджень про повені також публікується на сайті.

**Висновки.** На тлі швидкої урбанізації, зростання населення та довгострокових тенденцій зміни клімату, повені стануть все більш серйозною проблемою розвитку суспільства.

Повені практично щорічно завдають державам величезних соціально-економічних збитків, тому необхідні ефективна програма дій для захисту населення і територій від цього стихійного лиха та системи оповіщення про повені. Поінформованість про небезпеки та ризики є ключовим елементом ефективного планування управління ризиками повеней.

### Література:

1. **Исаева Л.К.** Основы экологической безопасности при природных катастрофах / Л.К. Исаева. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 158 с.

2. **Григорьев А.А.** Природные и антропогенные экологические катастрофы. Классификация и основные характеристики / А.А. Григорьев, К.Я. Кондратьев // Исследование Земли из космоса, 2000.– № 2. – С.72-83.

3. **Адаменко О.М.** Про можливість передбачення катастрофічних наслідків паводків на річках Карпатського регіону / О.М. Адаменко, Є.І. Крижанівський // Матеріали міжнародної наук.-практ. конф. “Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності”. – м. Яремче, 2009 р. – НПП “Екологія. Наука. Техніка”. – С. 18–20.

4. **Ecosystems and Human Well-Being: Volume 1: Current State and Trends: Regulation of Natural Hazards** / Manoel Cardoso, Johan Goldammer, George Hurtt, Luis Jose Mata / In: Encyclopedia of Earth, Washington, 2009.

5. **Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер.** Управление Риском Трансграничных Наводнений: опыт региона ЕЭК ООН. – Нью Йорк и Женева, 2009 г.

6. <http://exciff.jrc.ec.europa.eu>.

7. [http://ec.europa.eu/environment/water/flood\\_risk/flood\\_atlas/index.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/flood_atlas/index.htm).

*О.Ф. Бабаджанова, Ю.Э. Павлюк, Ю.Г. Сукач*

## **СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАВОДНЕНИЙ**

В течение последних десятилетий в мире произошли разрушительные наводнения, которые повлекли за собой человеческие жертвы, необходимость переселения людей, значительный экономический ущерб и негативное воздействие на природу. В статье установлены основные критерии, влияющие на развитие и распространение этих гидрологических явлений.

Наводнения не знают границ между странами и регионами. Это означает, что управление рисками наводнений должно носить трансграничный характер. Рассмотрены современные тенденции эффективного планирования управления рисками наводнений в странах Евросоюза.

**Ключевые слова:** опасность, наводнения, паводки, управления рисками, карты опасности наводнений.

*O. Babadzhanova, U. Pavluk, U. Sukach*

## **MODERN WARNING AND FLOOD FORECASTING SYSTEMS**

In recent decades, the world experienced devastating floods, which led to the loss of human life, resettlement of people, significant economic damage and adverse effects on the environment. The article establishes the basic criteria that influence the development and dissemination of these hydrological phenomena.

Floods know no borders between countries and regions. This means that the management of flood risks should have transboundary nature. Modern trends of effective planning of flood risk management in the European Union are considered.

**Keywords:** risk, floods, flooding, risk management, maps of flood risk.

