

ДНІСТРОВСЬКИЙ ПРОТИПАВОДКОВИЙ ПОЛІГОН

УДК 556. 532 (477-924-52)

*Адаменко О.М., Зорін Д.О.
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІНО-ВИМІРЮВАЛЬНА ПРОТИПАВОДКОВА СИСТЕМА – ДНІСТЕР (АВІПС-ДНІСТЕР)

Розроблена концепція автоматизованої інформаційно-вимірювальної протипаводкової системи – Дністер (АВІПС-Дністер), що включає картографічну, математичну та геоінформаційну моделі розвитку катастрофічних паводків в басейні Дністра і призначена для прогнозу паводків та своєчасного оповіщення населення.

Ключові слова: басейн, катастрофічні паводки, гідропости, метеостанції, телеметрична система.

Разработана концепция автоматизированной информационно-измерительной протипаводковой системы – Днестр (АИИПС-Днестр), которая включает картографическую, математическую и геоинформационную модели развития катастрофических наводнений в бассейне Днестра и предназначена для прогноза наводнений и своевременного предупреждения населения.

Ключевые слова: бассейн, катастрофические наводнения, гидропосты, метеостанции, телеметрическая система.

Here is given the conception of automated informational-measuring system's flood of Dniester (Dniester-AVIPS), including mapping, geographic information and mathematical models of the disastrous floods in the Dniester Basin and is designed for flood forecasting and early warning to the population.

Keywords: pool, disastrous flooding, gauging, meteorological stations, telemetry system.

Актуальність проблеми. 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. Тому пропонується розробити і впровадити у прибережних селах автоматизовану інформаційно-вимірювальну протипаводкову систему – Дністер (АВІПС-Дністер) для оповіщення населення про загрозу паводка і управління його розвитком.

Виклад основного матеріалу. АВІПС-Дністер складається із трьох моделей – картографічної, математичної та геоінформаційної, які повинні включатись послідовно протягом 2013-2019 рр. (рис.1-10). Паралельно будуть розробляться блоки: 1) автоматизований гідрологічний пост; 2) метеостанція; 3) телеметрична система передачі інформації від гідропостів і метеостанцій до кризового центру МНС 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... 1020 см, а також вимірює швидкість течії з точністю 0,1м/с для визначення розходів води при постійному значенні перерізу річища

річки під мостом. АГП по суті є новою конструкцією гідрологічного поста, якою потім можна замінити існуючі гідропости, а їх на ріках Івано-Франківщини є 15.

Автоматизовані метеорологічні станції (АМС) – це дощоміри, які будуть установлені у верхів'ях басейнів доплив Дністра – рр. Свічи, Лімниці, Лукви, Бистриць Солотвинської і Надвірнянської, Свіржа, Гнилої Липи та ін. (рис. 1) для вимірювання кількості зливових дощів, про що автоматично буде повідомлятися у систему АВПС-Дністер і у кризовий центр МНС.

Телеметрична система передачі гідрологічної інформації (ТСПГІ) від АГП та АМС до АВПС-Дністер та кризового центру МНС (на вул. Дністровській у м. Івано-Франківську) і далі – до населених пунктів. ТСПГІ розробляється з використанням сучасної радіо, теле- та 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 м³/с) у радіосигнали. Останні по відповідних радіо-, теле- або лазерних каналах повинні передаватись у АВПС-Дністер та в кризовий центр МНС, там аналізуватись і з допомогою тої ж ТСПГІ 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 Дністрі 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. На комп'ютерних (електронних, цифрових) картах необхідно побудувати анімаційні моделі процесу затоплення і передати ці матеріали (паперові карти і комп'ютерні моделі) відповідним органам місцевого самоврядування (сільради, міськради).

Далі – з допомогою топографічної служби сегменти затоплення повинні бути розмічені (накреслені) на території кожного населеного пункту. Тоді АВПС-Дністер та кризовий центр МНС буде повідомляти сільського голову чи керівництво міста, які саме сегменти будуть затоплені, щоб люди завчасно змогли приготуватись до евакуації, а які сегменти залишаються «сухими» і загрози населенню не буде.

Таким чином, АВПС-Дністер зможе значно підвищити рівень захисту населення від катастрофічних паводків і знизити екологічний ризик тої небезпеки, що постійно виникає у басейнах рік Дністра і Прута, тобто на всій території Івано-Франківської області.

Чи є подібні системи в інших областях України, - або в зарубіжних країнах? Так, є, але принцип дії, їх точність та оперативність попередження значно нижчі ніж у запропонованій нами АВПС-Дністер.

Закарпаття (обласне управління Держкомводгоспу України) за валюту закупило у м. Дебрецені (Угорщина) систему попередження населення про підтоплення у басейні р. Тиси. Суть її – у вимірюванні висоти хвилі підтоплення і швидкості її проходження вздовж русла ріки. Попередження про це передають телефоном у населенні пункти.

Інформаційну систему оповіщення населення про рівень води під час повеней створюють у Чернівецькій області, - повідомляє київська «Газета по-українськи» (№ 150 за 5 жовтня 2010 р.). На це із фондів Європейського Союзу потратять 5,2 млн. євро. Проект реалізують у рамках міжнародної програми «Україна-Румунія-Молдова».

Наш проект АВПС-Дністер більш ефективний і може бути реалізований за кошти у 10 разів менші.

Притік паводкової води з доплав розраховується, наприклад, для р. Лімниці, за формулою:

$$Q_{Li} = N_{Li} \cdot \sigma_{Li} - v_{Li} - f_{Li}, \text{ де} \quad (1)$$

Q_{Li} – об'єм паводкової води, що надходить з р. Лімниці у Дністер після зливових дощів у басейні Лімниці, m^3 ;

N_{Li} – кількість опадів від одноразового зливого дощу у басейні Лімниці, за даними метеостанції, яку необхідно установити у с. Осмолода;

s_{Li} – площа басейну р. Лімниці, m^2 ;

v_{Li} – випаровування з поверхні води у р. Лімниці (в % від Q_{Li}), m^3 ;

f_{Li} – інфільтрація води у підземні горизонти (в % від Q_{Li}).

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

$$h = \frac{Q-v-f}{s \cdot l}, \text{ де}$$

$$Q = Q_{Lu} + Q_{Li} + Q_{Ci} + Q_{Д \text{ вих.}} + Q_{Cв}, \text{ де} \quad (2)$$

s – площа, що покрита зливовим дощем, m^2 ;

l – довжина допливу, що затоплена паводком;

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

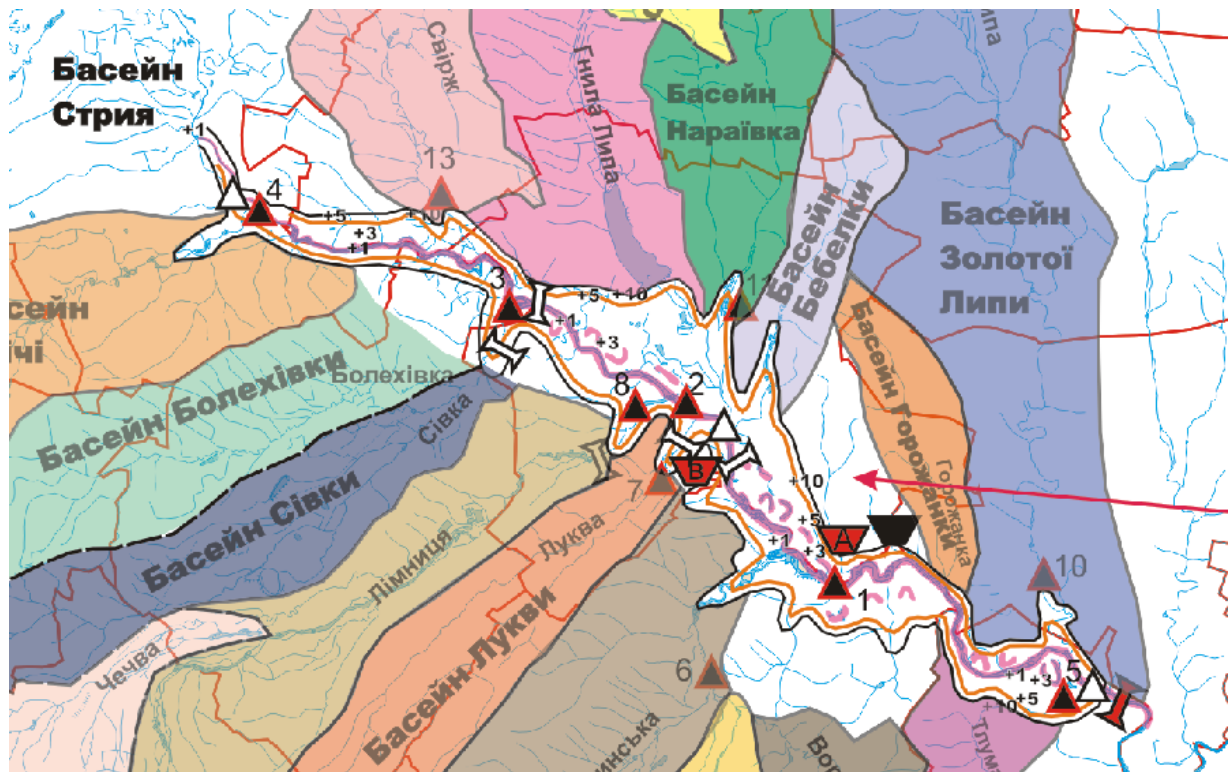
Лукви;

f – інфільтрація паводкової воли у підземні горизонти (в % від $s \cdot l$);

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

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. 1).

На наступних рисунках (1-10) представлена концепція роботи АВПС-Дністер.



АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНА ПРОТИПАВОДКОВА СИСТЕМА – ДНІСТЕР (АВІПС-ДНІСТЕР)

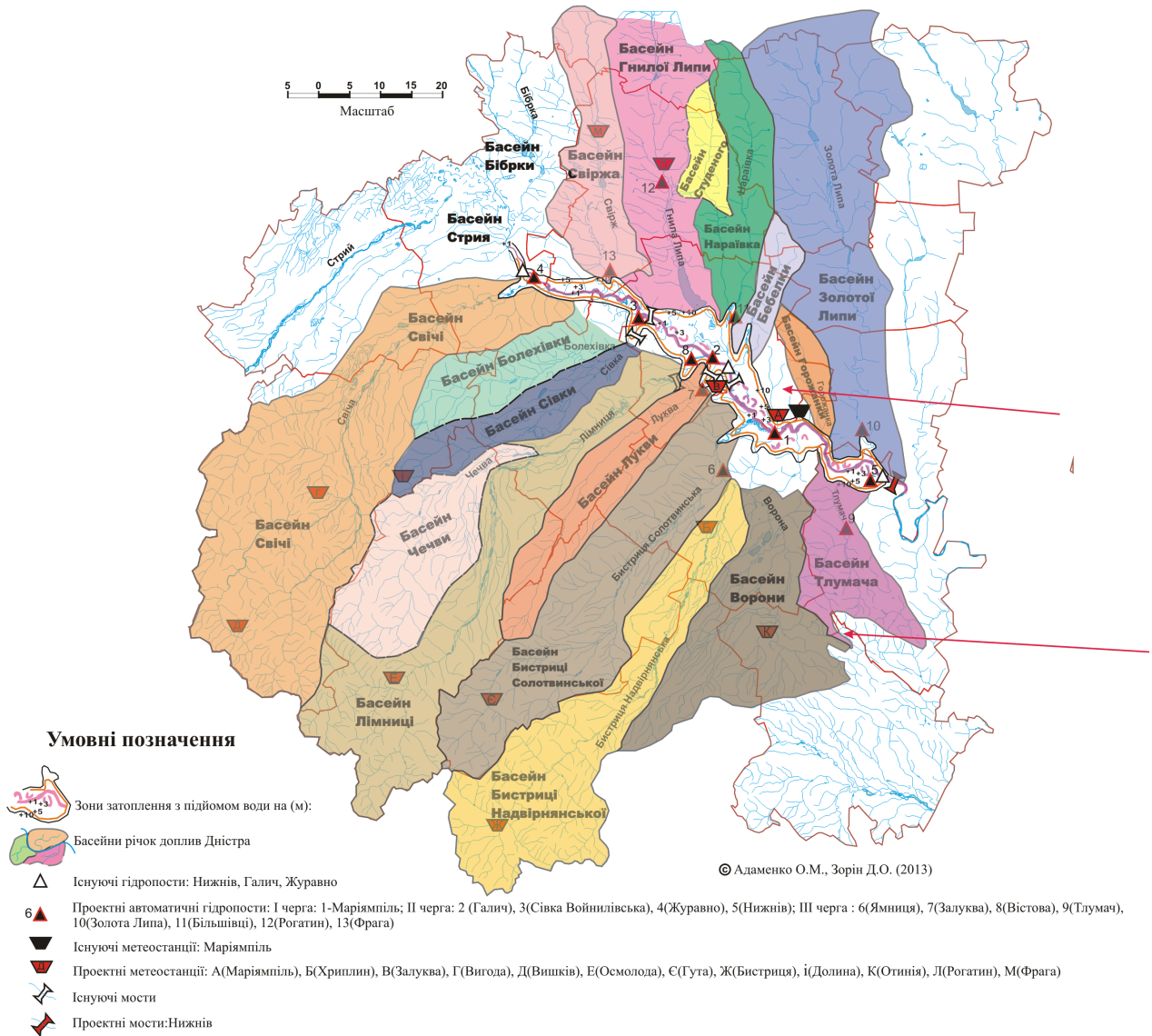


Рис. 1. Картографічна модель АВІПС-ДНІСТЕР

Рис. 2-5. Математична модель АВПС-Дністер

ЕТАПИ РОЗВИТКУ ПАВОДКІВ

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

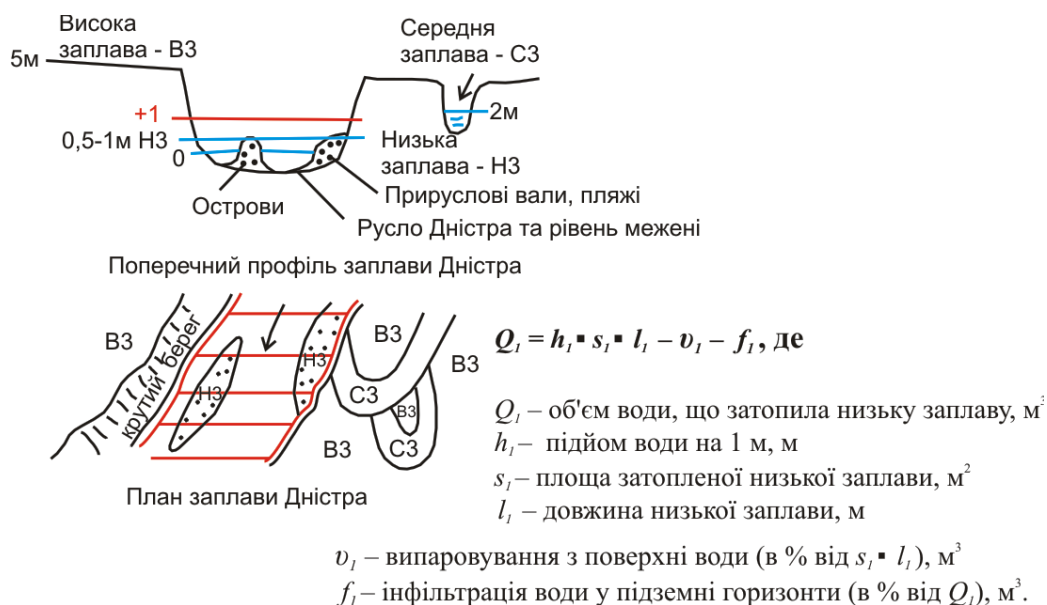


Рис. 2

2. Затоплення середньої (3 м) заплави (стариці) з підйомом води на 3 м над меженним середньомісячним літнім (червень-серпень) рівнем (0 м)

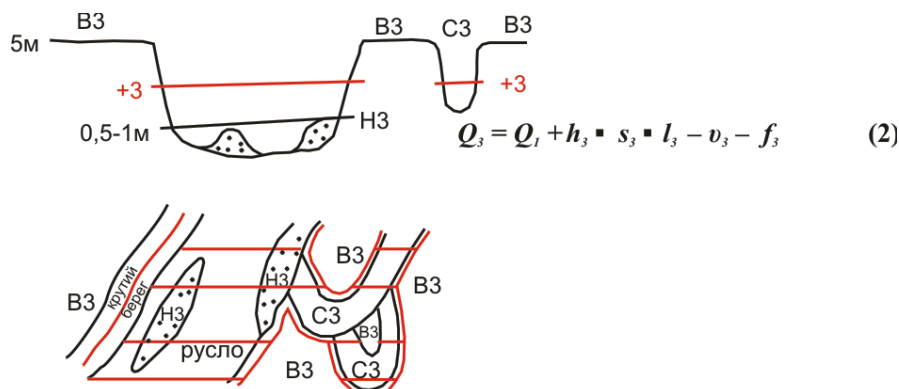


Рис. 3

3. Затоплення високої (5 м) заплави з підйомом води на 5 м над меженним середньомісячним літнім (червень-серпень) рівнем (0м)

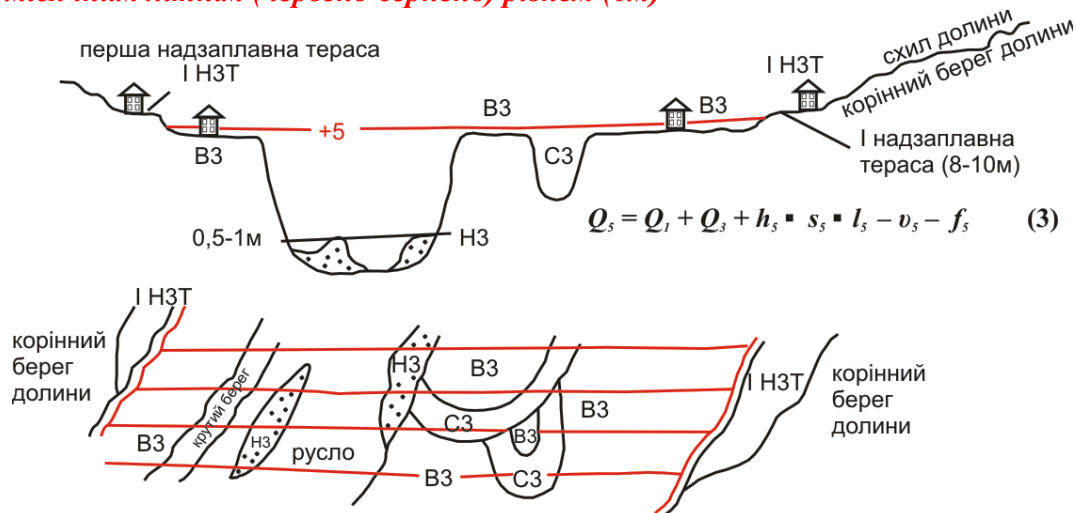
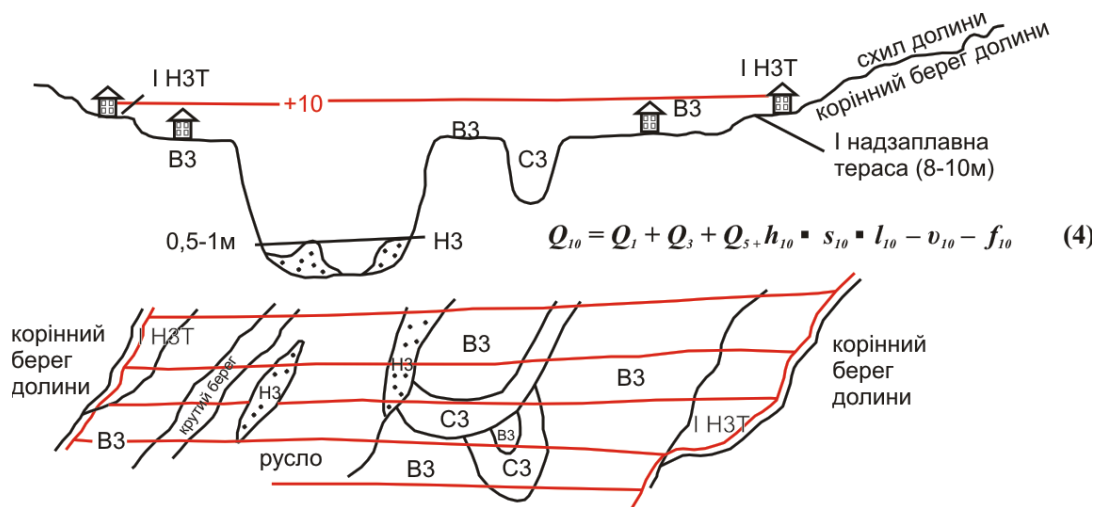


Рис. 4

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

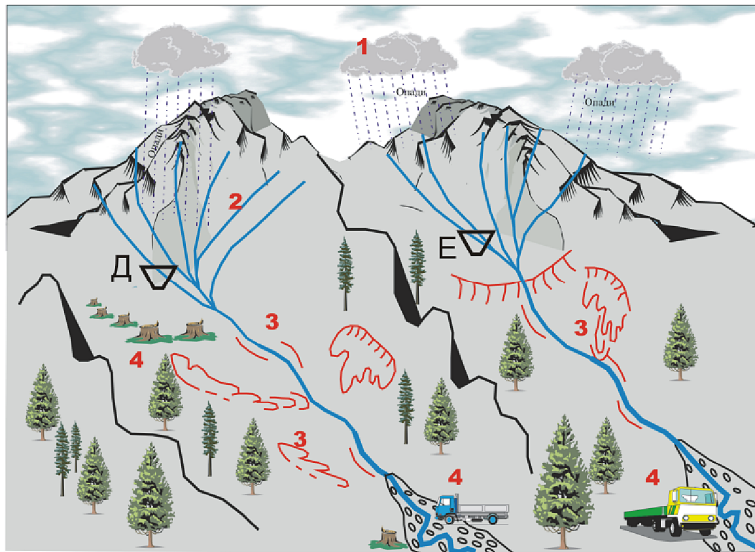


Об'єм води у долині Дністра Q_d повинен бути при кожному рівні підйому (h_1, h_3, h_5, h_{10}) збалансованим з поступленням і витоком паводкової води з доплив (притоків) Дністра: рр. Тлумача (Q_T), Бистриці (Q_{Bi}), Лукви (Q_{Lu}), Лімниці (Q_{Li}), Сівки (Q_{Si}), Дністра на вході в затоплену озероподібну долину у с. Журавно (Q_{Dvx}), Свіржа (Q_{Sv}), Гнилої Липи (Q_{GL}), Бебелки (Q_{Be}), Горожанки (Q_G), Золотої Липи (Q_{ZL}) і Дністра на виході під мостом у с. Нижнів (Q_{Dvix}):

$$Q_d = Q_T + Q_{Bi} + Q_{Lu} + Q_{Li} + Q_{Si} + Q_{Dvx} + Q_{Sv} + Q_{GL} + Q_{Be} + Q_G + Q_{ZL} - Q_{Dvix}$$

Рис. 5

Рис. 6-10. Геоінформаційна модель АВПС-Дністер



Злива в басейні р. Лімниці
(опади > 100 мм за добу)

р. Лімниця
р. Свіча

Рис. 6. Модель формування паводків на північно – східному макросхилі Карпат.

Основні причини:

- 1 – надмірні опади,
- 2 – скупчення води у водозбірних лійках,
- 3 – стрімке проходження паводка з активізацією небезпечних екзогеодинамічних процесів,
- 4 – несанкціонований відбір гравію,
- 5 – вирубка лісів.

2 – Водозбірна лійка з великою масою води (10 000 м³ і більше), яка зібралась за 1-2 години у верхів'ях ріки. Установа метеостанцій Д (Вишків), Е (Осмолода)

Хвиля паводку на правих притоках досягає Дністра за 1 добу

На бортах долини утворюються зсуви (3), особливо на вирубках лісу (4), а вздовж русла – бокова

і донна ерозія, особливо при несанкціонованому відборі руслового гравію (4).

Підйом паводкової води в долині Дністра та 1,2,3 і 4 етапи його затоплення

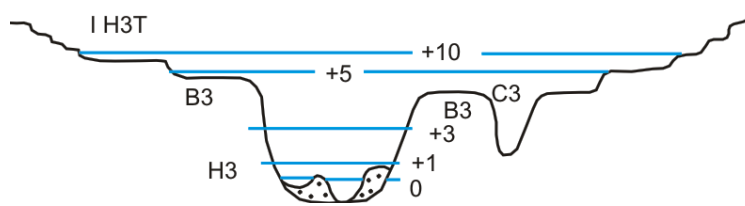


Рис. 7

Поступове затоплення низької заплави НЗ (острова, пляжі), середньої заплави СЗ (стариці), високої заплави ВЗ, I надзаплавної тераси І НЗТ та схилів долини при підйомі води відповідно на 1, 3, 5 і 10 м.

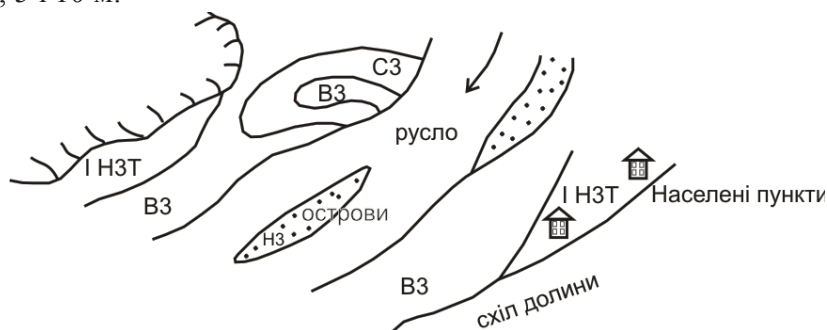


Рис. 8

Створення паводкового водоймища в результаті затоплення у долині Дністра низької, середньої та високої заплави, I надзаплавної тераси, схилів долини та підтоплення населених пунктів, де на місцевості на основі топографічної карти та геодезичних робіт необхідно розмітити сегменти населеного пункту, які будуть затоплені при підйомі води на 1, 2, 3, 4 ... 10 м (рис. 9).

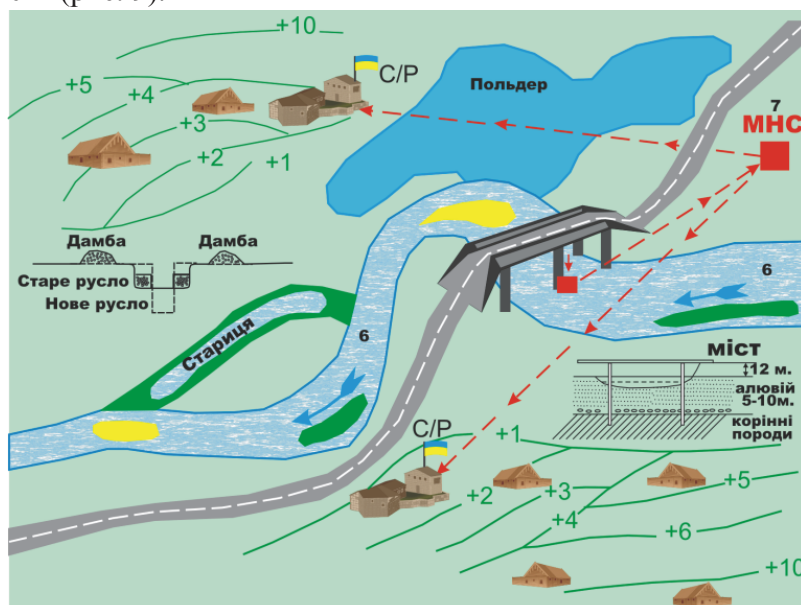


Рис. 9. Руслові процеси (6) та автоматизована інформаційно – вимірювана проти-паводкова система – Дністер (АВІПС – Дністер з оповіщенням населення)

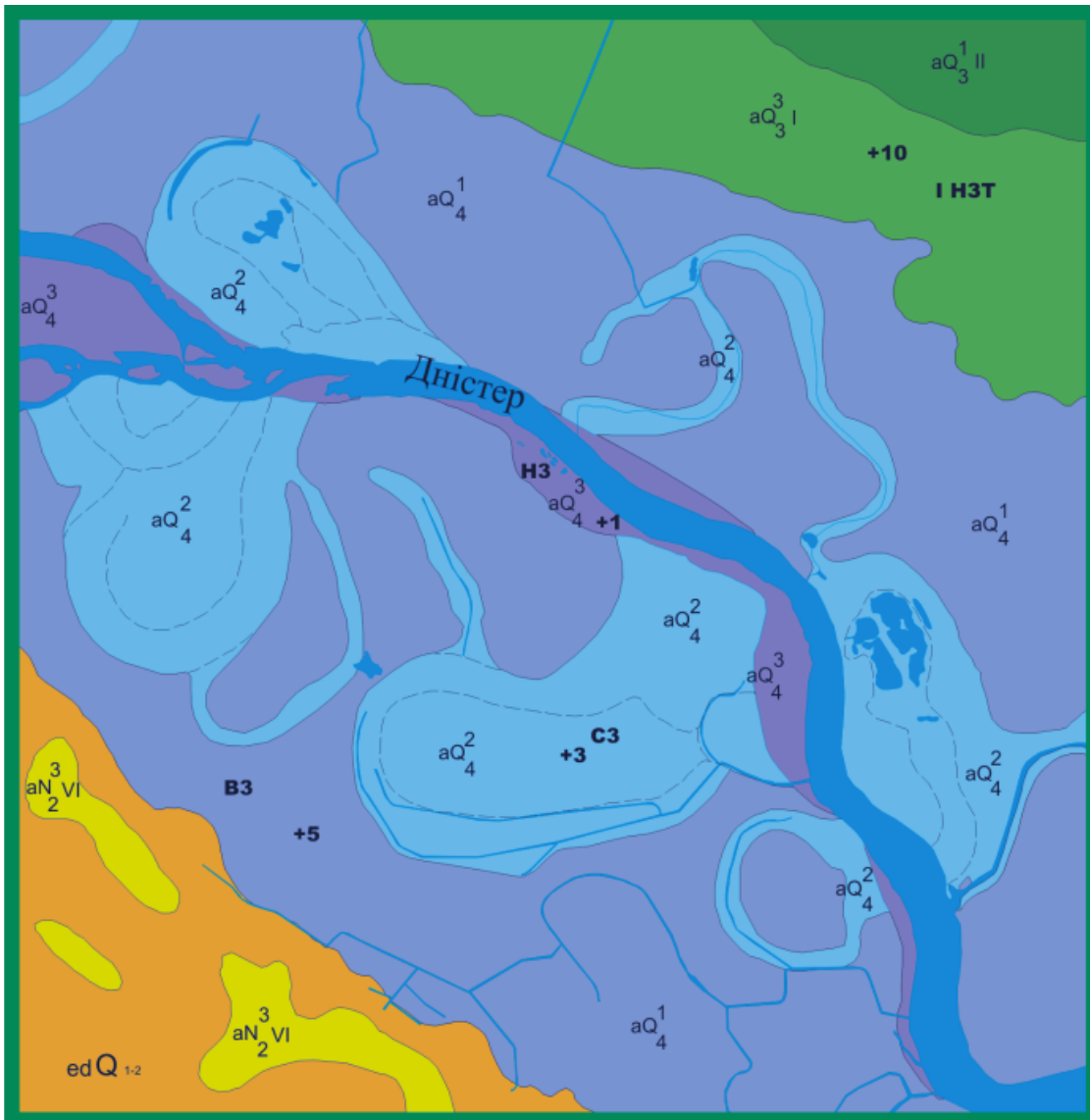


Рис. 10. 1,2,3 і 4 етапи затоплення долини Дністра

Усі 3 запроєктовані авторами моделі можуть бути реалізовані в рамках міжнародного проекту за рахунок гранту Європейського Союзу протягом 3-х років. Найбільші затрати будуть пов'язані з закупкою автоматизованих гідрологічних постів та метеостанцій. Але, вважаючи на величезні збитки від катастрофічних повеней, іноді з людськими жертвами, на такі затрати варто піти.

Поступала в редакцію 25 березня 2013 р.