

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і архітектури

Березницька Юлія Олегівна

УДК 504.3; 556.18; 556.3

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПІДТОПЛЕННЯ
НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ТЕРИТОРІЙ

21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі охорони праці і навколишнього середовища в Київському національному університеті будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Волошкіна Олена Семенівна,
Київський національний університет будівництва і
архітектури Міністерства освіти і науки України
декан факультету інженерних систем та екології

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Мандрик Олег Миколайович,
Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу, проректор з науково-педагогічної роботи,
професор кафедри екології

кандидат технічних наук
Анпілова Євгенія Сергіївна
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору, старший науковий співробітник відділу
природних ресурсів

Захист відбудеться «13» травня 2015 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої ради Д 26.056.05 в Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, пр. Повітрофлотський, 31.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, пр. Повітрофлотський, 31.

Автореферат розісланий «2» квітня 2015 р.

Учений секретар

спеціалізованої вченої ради

М.В. Суханевич

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Актуальність дисертаційної роботи полягає в необхідності забезпечення відповідних умов проживання населення на підтоплених територіях та підвищенню рівня екологічної безпеки цих територій за рахунок вчасного визначення масштабів впливу процесів підтоплення на основні життєзабезпечуючі ресурси, що надасть можливість швидкого реагування на них шляхом прийняття відповідних управлінських рішень. За останні 30 років площа підтоплених земель території України збільшилась майже в 9 разів і на цей час складає 20% території нашої держави. Одним із завдань по забезпеченню достатнім рівнем екологічної безпеки територій є запобігання підтопленню територій населених пунктів та ліквідації його наслідків, передбачених Загальнодержавною цільовою програмою розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну р. Дніпро на період до 2021 року Комплексної програми захисту сільських пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод (зі змінами внесеними постановою КМУ від 18.07.12 р.). Невід'ємною складовою цього завдання є створення надійної бази інженерних розрахунків на основі оцінки та прогнозу умов формування фільтраційного потоку на підтоплених територіях для будівництва та реконструкції дренажних систем, що захищають населені пункти від підтоплення.

На даний час проведені широкі теоретичні та експериментальні дослідження стосовно впливу сучасних механізмів регіонального підтоплення та забруднення земель на рівень екологічної безпеки територій, але при призначенні природоохоронних заходів щодо захисту територій в умовах забудованих схилів, умови формування ґрунтових вод вивчені недостатньо та зводяться, головним чином, до визначення параметрів фільтраційного потоку на основі реалізації простих фізичних і математичних моделей при суттєвій схематизації природних та, особливо, гідрогеологічних умов території. Існуючі методики для розрахунку притоків до захисних споруд (систем вертикальних свердловин, горизонтальних дренажів) при застосуванні їх в умовах складної багат шарової водоносної товщі та нестационарному режимі ґрунтових вод можуть давати надійні результати, як правило, лише в обмеженій кількості випадків. Тому важливою є розробка більш обґрунтованих методів розрахунку захисних дренажних споруд, зокрема на зсувонебезпечній території, з більш повним врахуванням особливостей руху підземних вод в умовах наближених до реальної гідрогеологічної обстановки з та використанням розроблених рекомендацій щодо удосконалення методики розрахунку індивідуального ризику проживання населення на забудованих підтоплених зсувонебезпечних територіях.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження по дисертаційній роботі проводились у відповідності до Комплексної програми захисту сільських пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод (зі змінами внесеними постановою КМУ від 18.07.12 р.), Державної програми запобігання і боротьби з підтопленням земель, Комплексної програми

протизсувних заходів на 2005-2014 роки і безпосередньо пов'язані з планами держбюджетної тематики Київського національного університету будівництва і архітектури, які виконувались на замовлення Міністерства освіти і науки України (№ держреєстрації 0199u000598, 0199u000661), а також у рамках науково-дослідної тематики кафедри охорони праці і навколишнього середовища.

Мета дослідження: Оцінка впливу підтоплення на рівень екологічної безпеки територій на основі розробки більш удосконалених методів фільтраційних розрахунків руху ґрунтових вод на підтоплених територіях.

Завдання дослідження. Досягнення вказаної мети здійснюється шляхом вирішення наступних завдань:

- проаналізувати стан екологічної безпеки підтоплених територій на Україні та визначити параметри впливу процесів підтоплення на формування стану водних ресурсів;

- обґрунтувати необхідність удосконалення існуючих методів фільтраційних розрахунків захисних споруд;

- розробити і реалізувати більш загальну математичну модель нестационарної фільтрації на зсувонебезпечних схилах в умовах тришарової будови водоносної товщі;

- визначити можливі індивідуальні ризики проживання населення на підтоплених територіях з врахуванням особливостей впливу підтоплення на зсувних ділянках.

Об'єктом дослідження є процеси підтоплення на територіях різного призначення.

Предмет досліджень: умови формування фільтраційного потоку на підтоплених територіях, зокрема на зсувних ділянках та оцінка впливу підтоплення на екологічну безпеку територій.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань використовувалися числові та аналітичні методи математичного аналізу, обробка статистичних даних, методи фільтраційних опорів, методи розрахунку екологічного ризику об'єктів.

Наукова новизна одержаних результатів:

- визначено і оцінено вплив підтоплення на основні життєзабезпечуючі ресурси, а саме на якість поверхневих водних ресурсів, зміни водного балансу територій, зміни підземного стоку територій, зсувонебезпечність підтоплених схилів на основі врахування динаміки розвитку процесу підтоплення по території України;

- встановлено втрати дренажної спроможності річкових екосистем в залежності від розвитку процесу підтоплення їх басейнів і, як наслідок, зміни підземного стоку підтоплених територій;

- удосконалено методику розрахунку фільтраційних опорів, обумовлених недосконалістю дренажних споруд у водоносній товщі при різній її гідрогеологічній будові по товщині, що надає можливість більш коректно визначати положення рівнів ґрунтових вод на підтоплених територіях та фільтраційних витрат при призначенні природоохоронних заходів;

- розроблено і реалізовано нестационарну математичну модель ґрунтового потоку з вільною поверхнею при підтопленні в схилах при трьохшаровій будові водоносної товщі;

- удосконалено методологію оцінки можливих індивідуальних ризиків проживання на підтоплених забудованих зсувонебезпечних схилах.

Практичне значення одержаних результатів:

- впроваджено отриману «Методику розрахунку формування фільтраційного потоку в схилах на підтоплених територіях в складних гідрогеологічних умовах» в Чернівецькому філіалі ПрАТ «Геотехнічний Інститут» при розробці пропозицій до робочого проекту протизсувних заходів по вул. Орловській в м. Чернівці та в рекомендаціях по інженерному захисту зсувних і зсувонебезпечних схилів м. Чернівці, що дозволило підвищити рівень управління екологічною безпекою на цих підтоплених територіях;

- використано результати досліджень в учбовому процесі при підготовці студентів за напрямом 6.040601 «Екологія, охорона навколишнього середовища і збалансоване природокористування».

Особистий внесок здобувача полягає в безпосередній його участі на всіх етапах виконання роботи – постановці завдань досліджень, обґрунтуванні необхідної оцінки та прогнозу процесів формування фільтраційного потоку на підтоплених територіях, теоретичних узагальненнях, розробці математичної моделі нестационарної фільтрації в складних гідрогеологічних умовах, статичних розрахунках, розв'язанні алгоритмів математичної моделі, впровадженні отриманих результатів, що відображено у наукових працях, а саме:

- досліджено рівень впливу регіонального підтоплення на якість поверхневих водних ресурсів та побудована карта взаємозалежності розвитку процесу підтоплення та якості водних ресурсів за основними показниками якості водних ресурсів [8, 9, 10];

- доведено вплив процесу підтоплення на зменшення дренажної спроможності природних та штучних дрен, а також запропоновано визначення величини зменшення підземного стоку внаслідок підтоплення [15];

- проведено аналіз застосування методу фільтраційних опорів при розрахунках рівня ґрунтових вод підтоплених територій та уточнено межі застосування даного методу при різній гідрогеологічній будові водоносної товщі [7];

- досліджено умови формування фільтраційного потоку з облицьованих споруд та проведено аналіз формування фільтрації із споруд з екранами для оцінки ефективності природоохоронних заходів [6, 13];

- проведено аналіз впливу розвитку процесу на підтоплення на активізацію небезпечних зсувних процесів та запропоновано коефіцієнт, що визначає величину цього впливу [5, 11, 14];

- отримано розв'язок математичної моделі формування фільтраційного потоку в зсувонебезпечних підтоплених схилах за умови їх складної гідрогеологічної будови [1, 2, 3, 4, 12];

- удосконалено методику розрахунку індивідуальних ризиків

проживання на підтоплених зсувонебезпечних територіях [5].

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і були схвалені на наукових конференціях: VI-й, IX-й, XI-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» (Київ-Харків-Крим, 2007 р., 2010 р., 2012 р.); науково-практичних конференціях КНУБА (2007-2014 рр.); I-XI-их Міжнародних науково-практичних конференціях «Підвищення ефективності використання водних, теплових та енергетичних ресурсів та охорона навколишнього середовища» (Київ, 2008-2011 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування» (Івано-Франківськ, 2012 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Комп'ютерне моделювання в хімії, технологіях і системах сталого розвитку» (Київ, КПІ, 2014 р.).

Публікації. Основні матеріали дисертаційної роботи викладено в 15 наукових працях, в тому числі: 6 – у наукових фахових виданнях України, 1 стаття, що входить до наукометричної бази SCOPUS та 1 стаття в зарубіжному фаховому виданні (Польща), 7 публікацій у матеріалах і тезах міжнародних та вітчизняних конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 109 сторінках друкованого тексту основної частини, яка складається із вступу, чотирьох розділів та висновків. Повний обсяг дисертації становить 163 і включає 15 рисунків (з них 2 – на окремих сторінках), 18 таблиць (з них 6 – на 17 окремих сторінках), список використаних джерел із 299 найменувань на 31 сторінці та 3 додатки на 3 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано основну мету та завдання досліджень, визначено об'єкт та предмет досліджень, охарактеризовано наукову новизну та практичні значення отриманих в результаті досліджень результатів.

В **першому розділі** роботи на підставі аналізу літературних джерел розглядаються питання сучасного стану розвитку процесів підтоплення на території України. Оцінка та прогноз впливу процесів підтоплення на екологічну безпеку територій вивчалися рядом відомих вітчизняних та закордонних авторів, а саме Рудько Г.І., Михайловим Ю.О., Яковлевим Є.О., Савчуком Д.П., Романенком М.І., Ковальчуком П.І., Трофимчуком О.М., Красовським Г.Я., Олійником О.Я., Білявським Г.О. та ін.

Інтенсивний розвиток процесу підтоплення висвітлений наочно у вигляді графіків та таблиць збільшення загальних та заселених площ підтоплення території України в розрізі останніх 30 років. Наведено основні причини розвитку даного явища на території держави, та його основні наслідки.

Беручи до уваги метод бальної оцінки інтегрального впливу суттєвих

факторів на захищеність водних ресурсів (Гродзинський М.Д., Яцик А.В., Яковлєв Є.О.) було проведене районування території України по водно-екологічному навантаженню ($K_{в.е.н.}$) для років різної забезпеченості, де коефіцієнт $K_{в.е.н.}$ визначаємо із співвідношення $K_{в.е.н.} = Q_{заг.} / (Q_{нов.} + Q_{підз.})$, де $Q_{заг.}$ – загальний обсяг водокористування; $Q_{нов.}$ – поверхневі водні ресурси; $Q_{підз.}$ – підземні водні ресурси (рис. 1).

В даному розділі також був проаналізований вплив процесу підтоплення на якість поверхневих водних ресурсів України шляхом нанесення на карту підтоплення параметрів якості поверхневих водних ресурсів.

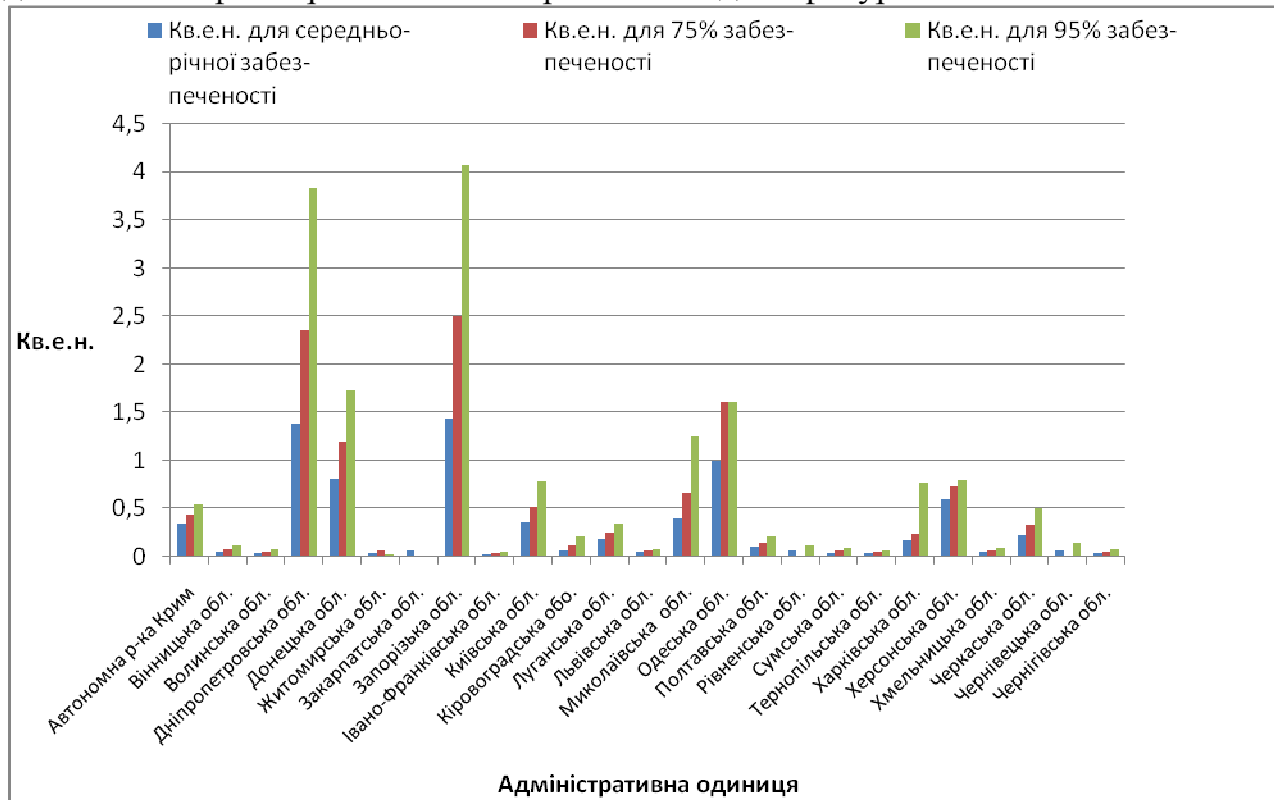


Рис. 1. Розподіл коефіцієнтів водно-екологічних навантажень $K_{в.е.н.}$ для поверхневих водних об'єктів

Була проведена оцінка впливу процесів підтоплення на зміни водного балансу територій, а саме такої його складової, як зміни підземного стоку внаслідок впливу процесів фільтрації на пропускну спроможність русла (табл. 1).

В цілому, виконані дослідження техногенного поверхневого та підземного водообміну і факторів взаємодії поверхневих і підземних вод (Шестопапов В.М., Яцик А.В., Дробкоход М.І., Гольберг В.М. та ін.) свідчить, що всі закономірності взаємодії структур річкових басейнів і басейнів підземних вод відомі. Але оцінка впливу підтоплення на сучасному етапі його розвитку при фрагментарному моніторингу поверхневої і підземної гідросфер в багатьох роботах має дуже опосередкований характер. На сьогоднішній день він є головним фактором перебудови водо-енерго-обміну геологічного середовища та його екологічних параметрів – від якості харчового ланцюжка до активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів (зсувних, карстових, просадкових та ін.)

тасейсмо-геофізичних (збільшення струшуваності при землетрусах, формування

Таблиця 1

Вплив зарегульованості річкової мережі на зменшення дренажної спроможності природних водостоків

№ п/п	Адміністративна область	Загальна площа, тис. км ²	Кількість ставків	Загальна довжина річок, струмків, км	Площа живлення поверхневого і підземного стоку, км	Загальна довжина зон підпору, м	Відсоток втрати річковою мережею природної дренажної здатності, %	Питома щільність річкової мережі	Середній вплив гідрологічного стоку ставка, м
1	АР Крим	27,0	875	5996	30,86	5250	87,56	0,22	6,79
2	Вінницька	26,5	3216	11800	8,24	11800	100	0,44	3,63
3	Волинська	20,2	439	3378	46,01	2634	77,98	0,17	7,82
4	Дніпропетровська	31,9	1432	7501,8	22,28	7501,8	100	0,24	5,35
5	Донецька	26,5	1010	11653	26,24	6060	52,0	0,44	11,54
6	Житомирська	29,9	825	12899	36,24	4950	38,37	0,43	15,58
7	Закарпатська	12,8	59	19578	216,9	354	1,80	1,53	331,86
8	Запорізька	27,2	897	5953	30,32	5382	90,41	0,22	6,67
9	Івано-Франківська	13,9	620	15656	22,42	3720	23,76	1,15	25,78
10	Київська	28,9	2389	8745	12,1	8745	100	0,30	3,63
11	Кіровоградська	24,6	2185	9870	11,26	9870	100	0,40	4,5
12	Луганська	26,7	352	3561,9	75,85	2112	59,29	0,13	9,86
13	Львівська	21,8	1238	16343	17,61	7428	45,45	0,75	13,2
14	Миколаївська	24,6	865	3583	28,44	3583	100	0,14	3,98
15	Одеська	33,3	828	7962	40,22	4968	62,4	0,24	9,65
16	Полтавська	28,8	1272	13002	22,64	7632	58,7	0,45	10,19
17	Рівненська	20,1	656	4326	30,64	3936	90,98	0,21	6,43
18	Сумська	23,8	1199	8490	19,85	7194	84,73	0,36	7,146
19	Тернопільська	13,8	874	6064	15,79	5244	86,48	0,44	6,95
20	Харківська	31,4	1940	6405	16,81	6405	100	0,20	3,362
21	Херсонська	28,5	360	855	17,19	855	100	0,03	0,5151
22	Хмельницька	20,6	1803	9540	11,42	9540	100	0,46	5,25
23	Черкаська	20,9	2312	7735	9,04	7735	100	0,37	3,3448
24	Чернігівська	31,9	683	8966	47,71	4098	45,71	0,28	13,08
25	Чернівецька	8,1	482	8480	16,8	2892	34,1	1,045	17,64
26	Україна	603,7	28811	206000	20,95	172866	83,91	0,34	7,123

Умовні знаки:



- I - Категорія якості води за вмістом компонентів сольового складу
 - II - Категорія якості води за трофо-сапробіологічними показниками
 - III - Категорія якості води за показниками токсичної та радіаційної дії
- Відмінна ■ Досить добра ■ Посередня
■ Добра ■ Задовільна ■ Погана
■ Дуже погана ■ Занадто погана

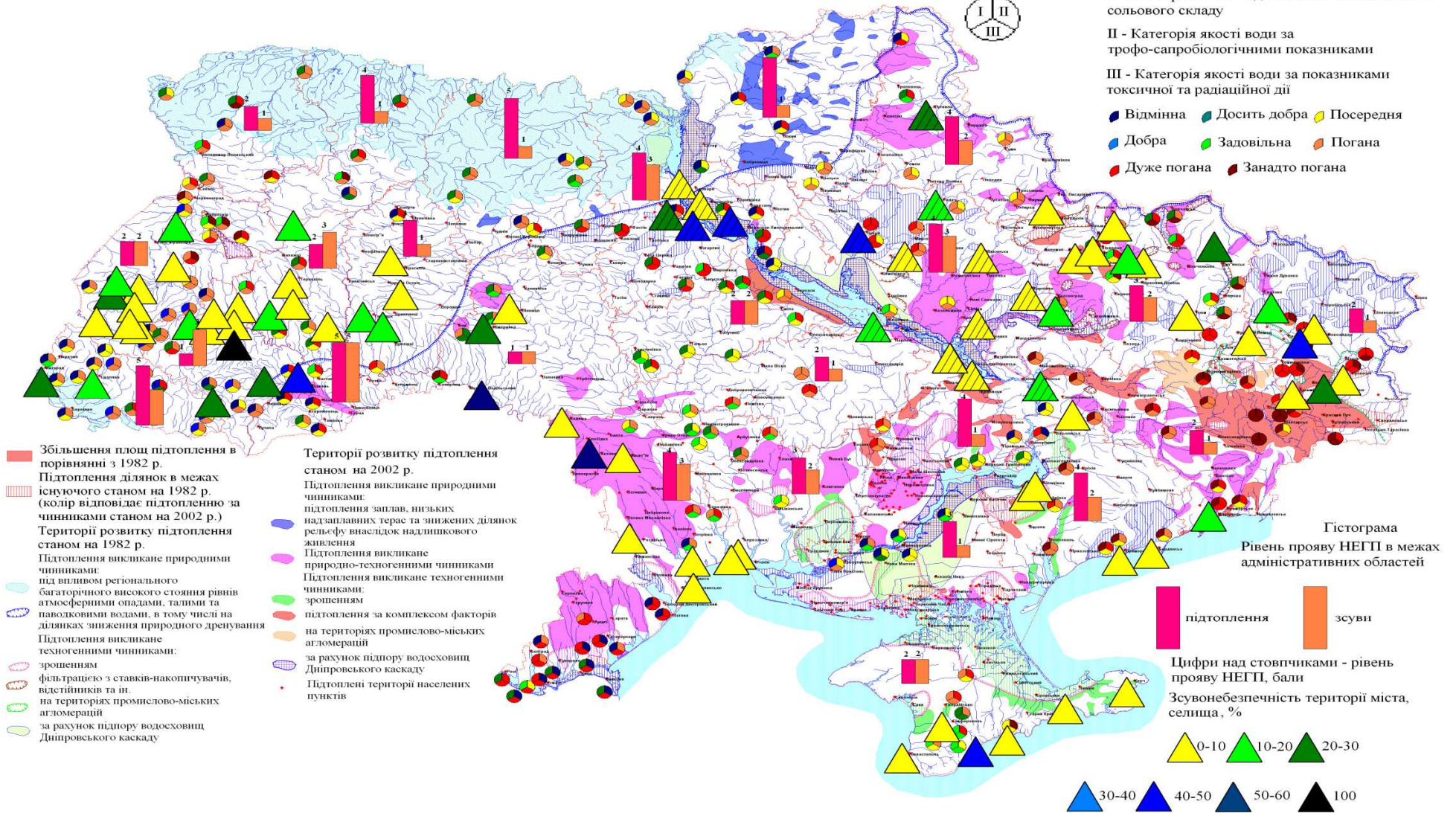


Рис. 2. Вплив процесу підтоплення на якість поверхневих водних ресурсів та розвиток зсувних процесів

техногенних гідрогеодеформаційних полів у містах та ін.). Вплив підтоплення на якість поверхневих і підземних вод при цьому полягає у багатократному прискоренні міграцій техногенних (і природних, також) забруднень, що вимагає дослідження структурних і кількісних параметрів цього процесу. В даному розділі також було проведено оцінку впливу процесів підтоплення на зсувонебезпечність схилів. Проводилось кількісне порівняння поширення площі підтоплення та збільшення кількості зсувів по областях України, яке показало їхню взаємозалежність. На основі досліджень була побудована оціночна карта впливу процесу підтоплення на якість поверхневих водних ресурсів та розвиток зсувних процесів, яка наведена на рис. 2.

Результати оцінки цих даних показали, що питання підвищення рівня екологічної безпеки підтоплених територій потребує детального вивчення у зв'язку з його негативним впливом на зсувонебезпечність територій, пропускну спроможність русел річок, що в свою чергу зменшує підземний стік на підтоплених територіях. Для вирішення даної задачі необхідно поетапно розглянути формування фільтраційного потоку на підтоплених територіях.

У **другому розділі** проводиться аналіз процесів формування фільтраційного потоку на підтоплених територіях, а саме фактори, що на нього впливають та методи, які використовуються для розрахунку формування фільтраційного потоку в умовах підтоплення.

В даному розділі проводиться аналіз методів розрахунку формування ґрунтового потоку на основі використання методу фільтраційних опорів, який широко застосовується при розрахунках захисних дренажних споруд, зокрема в роботах Олійника О.Я. Розглядаються і аналізуються можливості його використання в умовах фільтрування із широких недосконалих каналів і захисних споруд в умовах складної геологічної будови водоносної товщі. В свою чергу завищені значення фільтраційних опорів призводять до зменшення розрахункових значень рівня ґрунтових вод. Такі умови існують при розрахунках польдерних водосховищ, забудованих схилів, та схилів, в яких прокладають комунікаційні мережі різного призначення і т.ін. Ігнорування цього фактору може призвести до аварійних ситуацій, а також ряду інших негативних наслідків. Таким чином, існує потреба вдосконаленні використання існуючих методів розрахунку фільтраційних опорів з врахуванням зазначених особливостей формування ґрунтового потоку.

Використовуючи існуючі залежності і запропоновані рекомендації були побудовані графіки зміни значень фільтраційних опорів ΔL для різної гідрогеологічної будови схилів з врахуванням ширини дренажних каналів B_k , потужності водоносних товщ m та коефіцієнтів фільтрації водоносних шарів k , які наведені на рис. 3 – 5.

При цьому приток розраховувався по трьом зонам: зона I - по аналогії з круглою дреною для випадку відкритих каналів з малою шириною каналу до дну для співвідношення $B_k / m \leq 0,5$; зона II - для каналів середніх розмірів із співвідношенням $0,5 < B_k / m < 5$; зона III - для каналів великих розмірів із співвідношенням $B_k / m > 5$.

а)

б)

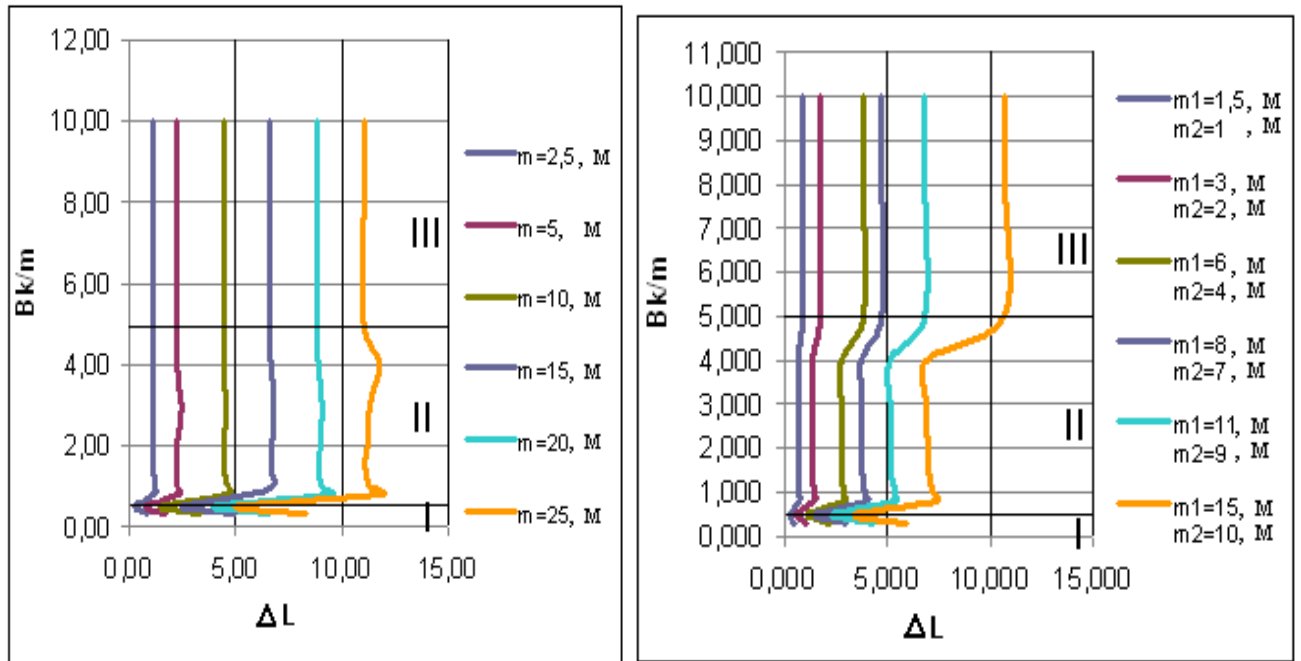


Рис. 3: Значення фільтраційних опорів: а) для одношарової будови водоносної товщі; б) для двошарової будови водоносної товщі.

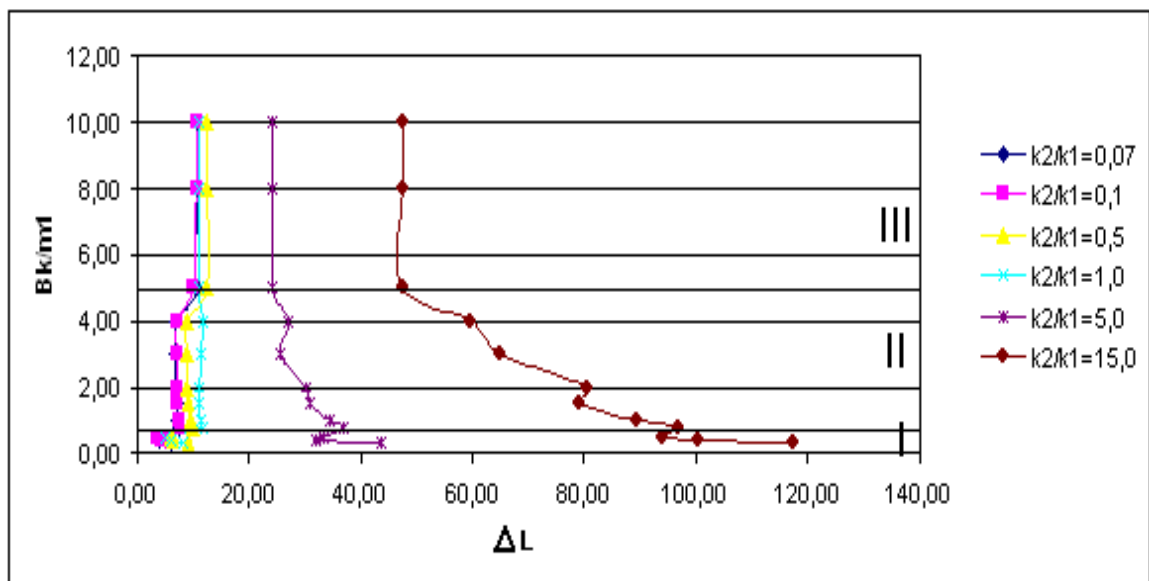


Рис. 4. Значення фільтраційних опорів $\Delta L = f(k_2/k_1)$ для двошарової будови водоносної товщі

Проведені розрахунки дозволяють зробити наступні висновки:

- для однорідної товщі значення ΔL практично залишається незмінним починаючи від значення $B_k/m \geq 0,9$ і його значення можна розраховувати за формулою $\Delta L = 0,44m$;

- спрощення будови двошарової водоносної товщі до одношарової товщини типу ($m = m_1 + m_2$) у випадку співвідношення коефіцієнтів фільтрації шарів $k_2/k_1 \leq 1$ веде за собою завищення значень фільтраційних опорів, що є небажаним, оскільки при розрахунках рівня ґрунтових вод призведе до занижених їхніх значень; у

випадку співвідношення $\frac{k_2}{k_1} > 1$ спрощення будови двошарової водоносної товщі до одношарової веде за собою зниження значень фільтраційних опорів і в таких випадках розрахунок рівня ґрунтових вод відповідно проводиться з деяким запасом;

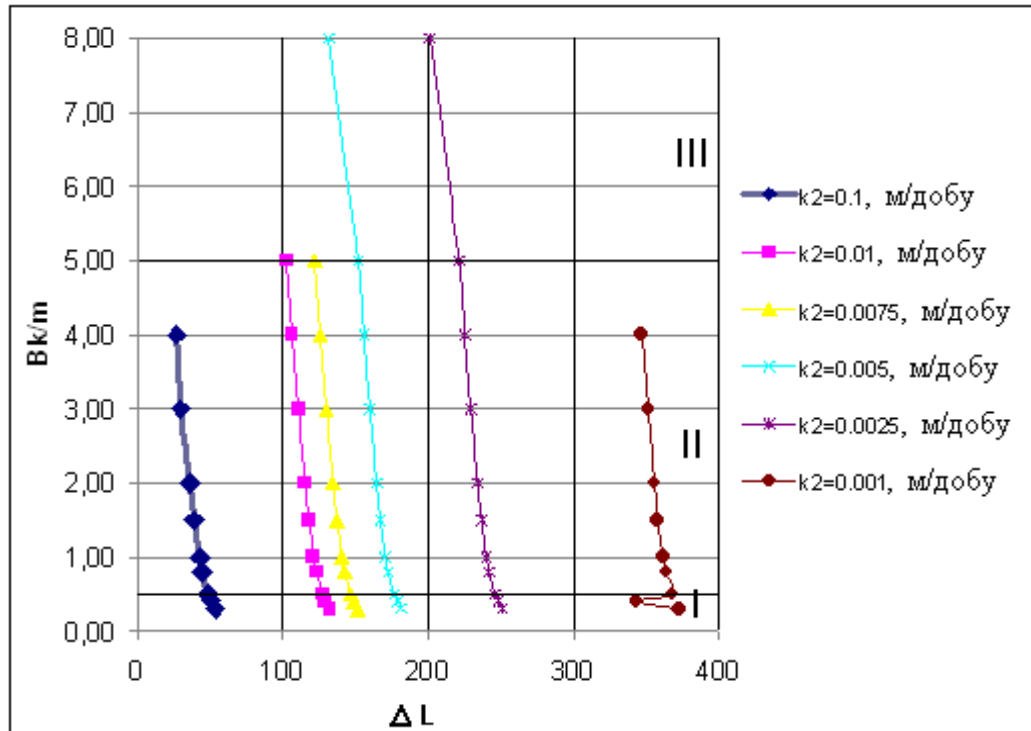


Рис. 5. Значення фільтраційних опорів для тришарової водоносної товщі при умові, що перший та третій водоносні шари є добрепрониклими, а другий водоносний шар - слабопрониклий.

- приведення двошарової водоносної товщі до однорідної за рекомендованою в літературі методикою можна з достатньою точністю застосовувати лише при співвідношенні $B_k/m > 5$, де $m = m_1 + m_2$; у випадку середніх та малих дренажних каналів $5 \geq B_k/m > 2$ необхідним є застосування формул для двошарової водоносної товщі і в залежності від коефіцієнтів фільтрації шарів водоносної товщі;

- у випадку тришарової будови водоносної товщі значення фільтраційних опорів залежать переважно від значення коефіцієнту фільтрації середнього слабопрониклого шару (k_2), при чому, значення фільтраційних опорів водойми сильно збільшується при умові зменшення коефіцієнту фільтрації середнього слабопрониклого водоносного шару;

- у випадку широких каналів ($B_k/m \geq 5$) розрахунок за існуючою спрощеною формулою $\Delta L = 0.44m$, де $m = m_1 + m_2 + m_3$, призводить до неточних значень фільтраційного опору, особливо у випадку трьохшарової будови водоносної товщі.

Також був проведений аналіз розрахунку фільтрації із споруд з екранами для оцінки ефективності їхнього застосування в якості природоохоронних заходів. Необхідність врахування при таких розрахунках додаткового фільтраційного опору Φ_x , який викликає конструкція екрану, стверджується в роботах ряду авторів (Волошкіна О.С., Чернішевська Л.Є. та ін.). Тому в роботі було проаналізовано методику визначення цього показника і проведено розрахунки положення ґрунтових

вод на конкретному прикладі (рис. 6). Дані розрахунки показали, що врахування значень фільтраційних опорів, спричинених конструкцією екрану захисної споруди, дають завищенні результати рівнів ґрунтових вод приблизно на 20 %. Враховуючи питання експлуатації такої споруди, сучасного стану її облицювання (коефіцієнт облицювання, що змінюється в часі, зміни товщини самого екрану і т.д.) для більш надійних розрахунків в таких випадках рекомендується не використовувати додаткове значення фільтраційного опору, що піде в деякий запас в інженерних розрахунках.

Про це свідчать дані на рис. 6, на якому показані фактичні рівні ґрунтових вод (1 – в початковий момент часу; 2 – встановився через 70 діб) та розраховані рівні

ґрунтових вод (3 – за методом фільтраційних опорів з врахуванням та

Φ_x

значення товщини екрану; 4 – з врахуванням без значення товщини екрану; 5 –

Φ_x

за методом фільтраційних опорів без врахування).

Зазначимо, що рівні ґрунтових вод 3, 4, 5 одержані для стаціонарних умов потоку.

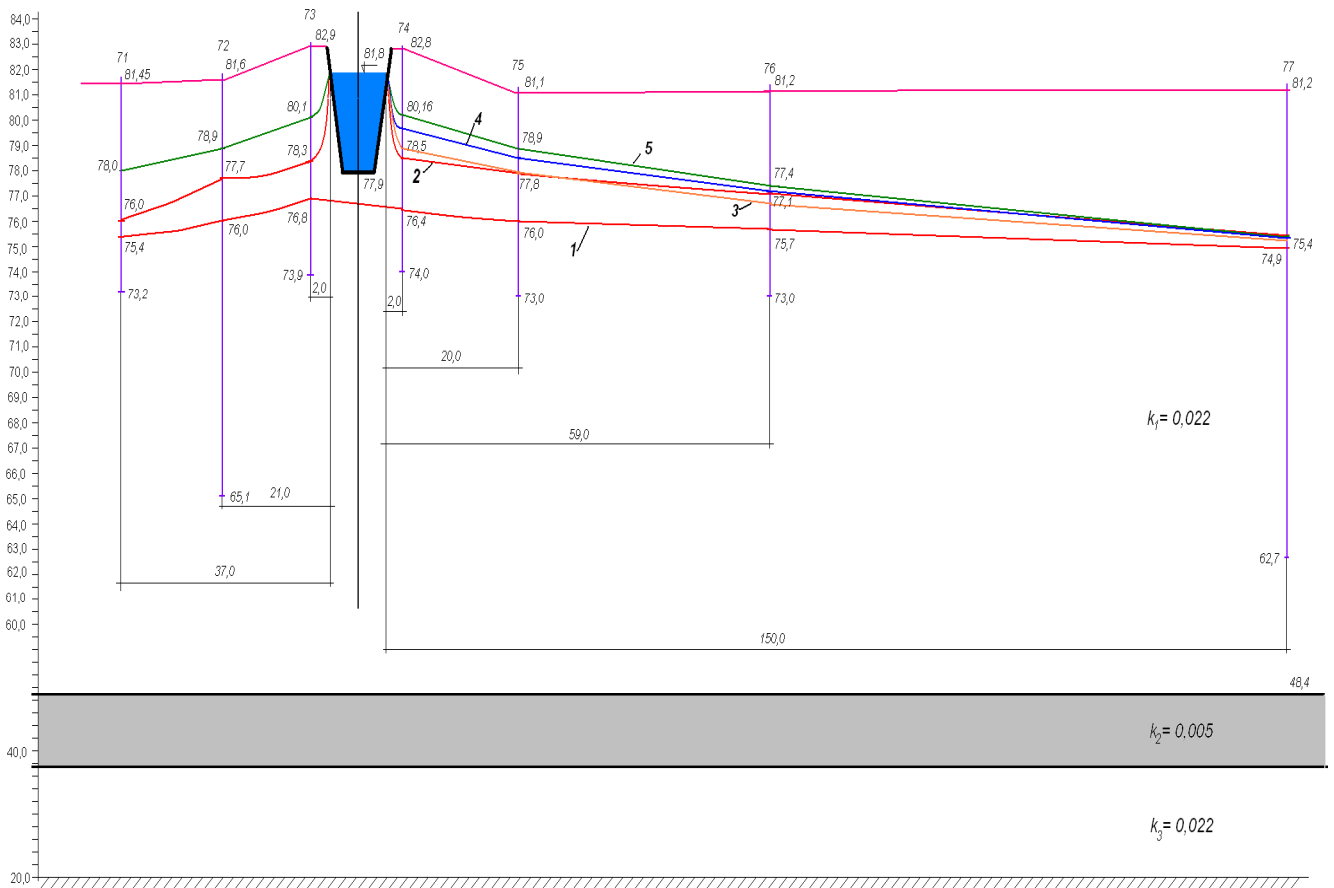


Рис. 6. Приклад моделювання фільтрації з облицьованого магістрального каналу на

зрошувальній системі

В *третьому розділі* наводиться аналітичне рішення задачі нестационарної фільтрації в схилі відкритого дренажного каналу в умовах тришарової будови водоносної товщі.

Як правило, подібні схеми розглядалися у наближеній гідравлічній постановці, яка ґрунтується на методі фільтраційних опорів. В більш чіткій гідродинамічній постановці рішення подібних задач зводилося до розгляду вихідних рівнянь та граничних умов, які виконуються для потоку з вільною поверхнею при додатковій нелінійній умові, яка описує характер її переміщення в часі. Відомі деякі наближені рішення нестационарних задач безнапірної фільтрації в гідродинамічній постановці в науковій літературі, які вирішені переважно для випадків однорідної водоносної товщі (Полубарінова-Кочіна П.Я., Верігін М.М., Олійник О.Я., Поляков В.Л.).

В роботі отримано рішення задачі нестационарної фільтрації в схилі дренажного каналу. Область фільтрації трьохшарової будови водоносної товщі з вільною поверхнею у верхньому шарі розбивалась на 7 фрагментів (рис. 7). В кожному фрагменті в умовах жорсткого режиму фільтрації (без врахування пружних властивостей порід і води) двомірний фільтраційний потік описується відомим рівнянням Лапласа, записаним відносно потенціалів швидкості фільтрації. Рішення рівняння Лапласа в кожному фрагменті виконувалось з використанням відомих граничних умов на зовнішніх та внутрішніх границях фрагментів, зокрема на внутрішніх границях були встановлені відомі граничні умови 4-го роду, які характеризують неперервність зміни напорів і швидкості фільтрації.

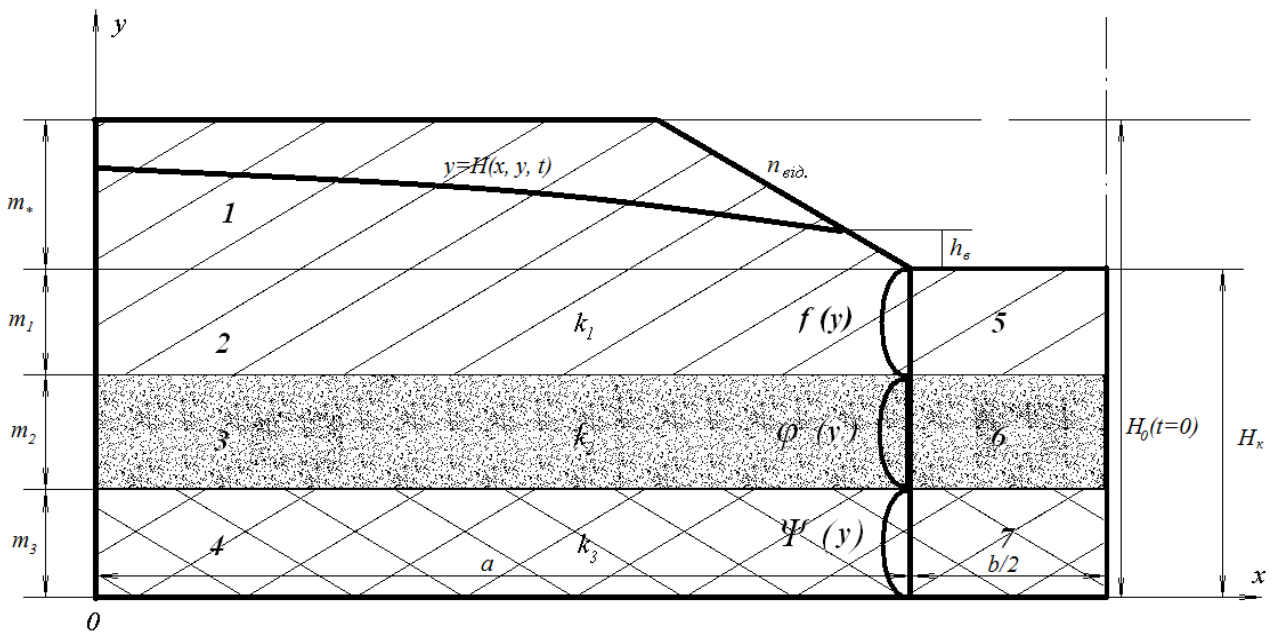


Рис. 7. Схема формування нестационарного фільтраційного потоку до відкритої дрени

Вирішенням зазначеної задачі фільтрації є визначення положення вільної поверхні у верхньому шарі (фрагмент 1). В даному випадку двомірне рівняння Лапласа:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0; \quad \varphi(x, y, t) = -kH_1(x, y, t) \quad (1)$$

вирішується при наступній лінеаризованій умові на вільній поверхні, яке знесене на горизонтальну пряму $y = \frac{\varphi_0}{k_1} = H_0$:

$$\left(\mu_1 \frac{\partial \varphi}{\partial t} + (k_1 + \varepsilon) \frac{\partial \varphi}{\partial y} - k_1 \varepsilon \right) \Big|_{y=H_0} = 0 \quad (2)$$

де $\varphi(x, y, t)$ – потенціали швидкості фільтраційного потоку;

$H(x, y, t)$ – рівень (напір) ґрунтових вод у верхньому безнапірному шарі, м;

H_0 – ордината горизонтальної площини, якій приблизно замінюється поверхня ґрунтових вод в початковий момент часу, м;

k_1 – коефіцієнт фільтрації верхнього шару ґрунту, м/добу;

μ_1 – коефіцієнт водовіддачі верхнього шару ґрунту;

ε – інфільтраційне живлення ґрунтових вод на вільну поверхню, м/добу.

Зазначимо, що в даному випадку зовнішні границі областей фільтрації є недосконалими, тому приймає граничні умови 3-го роду $f(y)$, $\varphi(y)$ та $\psi(y)$, які враховують фільтраційні опори обумовлені недосконалістю областей фільтрації.

В результаті розв'язку даної задачі фільтрації математичними методами, які наведені в дисертаційній роботі, одержані рівняння для побудови кривої депресії у часі в схилі дренажного каналу в умовах тришарової будови водоносної товщі:

$$y(x, t) = H_0 + \frac{2H_0^2}{a} \sum_{n=1}^{\infty} \left(\left(Q_1 e^{-\alpha \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon}{k_1} \cdot \sin \alpha_n \cdot \frac{t \cdot k_1}{\mu \cdot H_0}\right)} - 1 \right) + Q_2 \right) \cdot \sin \alpha_n \frac{x}{H_0} \quad (4)$$

де Q_1 та Q_2 – параметри, які залежать від співвідношень коефіцієнтів фільтрації, потужностей шарів водоносної товщі, фільтраційних опорів, а також геометричних параметрів схеми фільтрації.

В роботі наводиться приклад розрахунку за запропонованою формулою для окремого випадку фільтрації в підтопленому схилі, порівняння якого з існуючою наближеною методикою розрахунку показало співвідношення отриманих значень 5-7 %, що вказує на достовірність отриманої методики.

Отримані залежності формування фільтраційного потоку в схилах регулюючих водосховищ дозволяють більш обґрунтовано прогнозувати їх сталість в залежності від рівня наповнення водосховища, що в свою чергу дозволяє приймати вчасні природоохоронні заходи для підвищення рівня екологічної безпеки підтоплених територій.

В **четвертому розділі** розглянуто питання розрахунку екологічних ризиків життєдіяльності на підтоплених територіях в залежності від активізації процесів техногенного підтоплення.

Аналіз екзогенних геологічних загроз в розрізі адміністративних регіонів по областях України, які подані в роботах Рудька Г.І., Яковлева Є.О., Іванюти С.І., Биченка М.М., Калюха Ю.І., дозволив окреслити найбільш вразливі зони, де існує прояв збільшення ризику розвитку зсувів внаслідок підняття рівнів ґрунтових вод. Ці роботи підтвердили гіпотезу про необхідність врахування при оцінці ризику життєдіяльності від небезпечних екзогенних геологічних процесів (НЕГП)

коефіцієнту активізації зсувів внаслідок підтоплення територій. Аналіз літературних джерел показав, що зволоження схилу від 15% до 33% веде до зниження його сталості, а подальше його обводнення веде до незворотної втрати його сталості.

На основі аналізу та обробки статичних даних щодо збільшення площ підтоплення та кількості зсувів в розрізі 20 років, дисертантом були визначені статистичні залежності по найбільш характерним областям України. На основі цих залежностей пропонується коефіцієнт активізації зсувів ($K_{ПА}$) як функція від збільшення кількості активних зсувів при підтопленні території, що розглядається.

Попередньо фактор підтоплення зсувонебезпечних схилів розглядався при розрахунку екологічних ризиків в коефіцієнті техногенної активізації НЕГП, який враховує сумарний вплив техногенних чинників промислово-міської агломерації і значення якого пропонується приймати від 1,5-20 до 5-10 в залежності від розвитку локально-об'єктових НЕГП. Однак, як показав аналіз статистичних даних в розрізі більш як 20 років показників площ підтоплення та кількості зсувів по території України, тільки вплив самого фактора підтоплення окремо може збільшити індивідуальний ризик життєдіяльності на зсувонебезпечних підтоплених територіях до десятків разів (Харківська, Вінницька, Чернівецька, Запорізька області).

Таким чином, загальна формула для оцінки індивідуального ризику проживання на зсувонебезпечних підтоплених схилах набуває вигляду:

$$R_{ind} = (K_{НЕГП} \cdot d \cdot K_{заб} \cdot K_{ПА}) / K_3 \cdot N \quad (5)$$

де d і N – відповідно щільність населення і загальна чисельність в межах території, що розглядається; $K_{НЕГП}$ – річна імовірність прояву небезпечних геологічних процесів.

K_3 – коефіцієнт, який враховує стабілізаційний вплив системи і засоби інженерного захисту (які розраховуються, як правило, на термін до 30 років); $K_{заб}$ – коефіцієнт, який враховує щільність забудови на зсувонебезпечній території в межах територіальної оцінки.

В даному розділі роботи приведено рекомендовані значення коефіцієнту $K_{ПА}$ в розрізі адміністративних одиниць України. При наявності впливу інших техногенних чинників, значення R_{ind} збільшується відповідно на значення цього впливу, або враховується додатковим коефіцієнтом техногенної активізації НЕГП.

В цілому проведені розрахунки індивідуальних ризиків проживання на підтоплених зсувонебезпечних схилах показали, що врахування такої складової як вплив підтоплення на активізацію небезпечних зсувних процесів є необхідним для вчасного прийняття управлінського рішення щодо водовідводу підземних вод та встановлення інженерних споруд укріплення забудованих підтоплених схилів.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано розвиток процесу підтоплення на території України в розрізі 30 років, проведено аналіз чинників, які впливають на розвиток даного процесу.
2. Досліджено фактори, які впливають на втрати дренажної спроможності природних водних ресурсів та формування підземного стоку за результатами

аналізу основних характеристик активізації процесу регіонального підтоплення.

3. Встановлено вплив процесів підтоплення на якість поверхневих водних ресурсів шляхом аналізу розвитку процесу підтоплення на території України в розрізі 30 років та зміни якості поверхневих водних ресурсів. Побудована карта взаємозалежності розвитку процесу підтоплення та якості поверхневих водних ресурсів за основними показниками.
4. Встановлено залежність між щільністю річкової мережі, рівнем ґрунтових вод та процесом активізації зсувів на території України.
5. Теоретично обґрунтовано необхідність корегування методики фільтраційних опорів обумовлених недоналістю вскриття дренажним каналом водоносної товщі в умовах підтоплення земель для різної будови водоносної товщі та фільтраційних характеристик ґрунту.
6. Побудовано математичну модель нестационарної фільтрації в умовах складної гідрогеологічної будови схилу та отримано методику, що дає можливість точно прогнозувати положення депресійної кривої в підтопленому схилі при складній його гідрогеологічній будові для вчасного прийняття природоохоронних рішень на підтоплених територіях.
7. Показано, що розрахунки за отриманим рішенням задачі нестационарної фільтрації дають достовірні значення положення депресійної кривої в підтопленому схилі, на основі порівняння результатів розрахунків з існуючими наближеними формулами (різниця в розрахунках в середньому складає 5-7%).
8. Проведено апробацію отриманої методики розрахунку формування фільтраційного потоку в схилах на підтоплених територіях в складних гідрогеологічних умовах та застосовано рекомендації по інженерному захисту зсувних і зсувонебезпечних м. Чернівці в робочому проекті протизсувних споруд по вул. Орловська м. Чернівці.
9. Запропоновано удосконалену методику для розрахунку індивідуального екологічного ризику проживання на зсувонебезпечних підтоплених територіях України з врахуванням впливу розвитку підтоплення на активізацію зсувних процесів, що дозволить вчасно приймати управлінські природоохоронні рішення.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ВИКЛАДЕНО У ПРАЦЯХ:

1. Котовенко О.А. Модельне дослідження еволюційних змін підсистеми «ґрунт» в регіональних екосистемах / О.А. Котовенко, О.Ю. Мірошніченко, Ю.О. Березницька // Комп'ютерне моделювання в хімії, технологіях і системах сталого розвитку. - К. – Вип. 13. – С. 190-195.
2. Voloshkina O. Environmental safety of the flooded territories / O. Voloshkina, J. Bereznitska // Motrol. Commision of motorization and energetic in agriculture. - 2014. – Vol. 16. – No. 8. – P. 127–135.
3. Ймовірно-автоматне моделювання в дослідженнях міграційних процесів у ґрунтах / О.А. Котовенко, О.Ю. Мірошніченко, Ю.О. Березницька, Ю.В.

Шосталь // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – №70. – С. 37–43.

4. Волошкіна О.С. Вплив процесів підтоплення територій на формування фільтраційного потоку в схилах регулюючих водосховищ / О.С. Волошкіна, Ю.О. Березницька // Екологічна безпека і природокористування. – 2013. – №13. – С. 62-67.

5. Березницька Ю.О. Екологічний ризик зсувонебезпечності підтопленого схилу / Ю.О. Березницька, Є.О. Яковлев, О.С. Волошкіна // Екологічна безпека та збалансоване природокористування. – 2012 р. - Івано-Франківськ, С. 85-90.

6. Березницька Ю.О. Моделювання підтоплення із споруд з екранами для оцінки ефективності природоохоронних заходів / Ю.О. Березницька, О.С. Волошкіна // Екологічна безпека і природокористування. – 2011. – №7. – С. 168-175.

7. Березницька Ю. О. Застосування методу фільтраційних опорів при розрахунках рівня ґрунтових вод підтоплених територій / Ю.О. Березницька, О.С. Волошкіна. // Екологічна безпека і природокористування. – 2010. – №5. – С. 75–83.

8. Волошкіна О. С. Дослідження рівнів впливу регіонального підтоплення на якість поверхневих водних ресурсів / О.С. Волошкіна, Ю.О. Березницька, Є.О. Яковлев // Екологічна безпека і природокористування. – 2008. – №1. – С. 61–71.

9. Яковлев Є.О. Регіональне районування екологічного стану поверхневих вод об'єктів України / Є.О. Яковлев, Ю.О. Березницька, О.С. Волошкіна // Сучасні інформаційні технології управління екологічної безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць за матеріалами VI Міжн. наук.-прак. конф. - Київ – Харків – Крим. – 2007 р. – С. 15-19.

10. Березницька Ю.О. Дослідження рівнів впливу регіонального підтоплення на якість поверхневих водних ресурсів / Ю.О. Березницька // Підвищення ефективності використання водних, теплових та енергетичних ресурсів та охорона навколишнього середовища: матеріали I Міжн. наук.-прак. конф. - Київ, – 2008 р. – С. 95-96.

11. Березницька Ю.О. До питання оцінки ризику небезпечних геологічних процесів правобережної частини Дніпра в залежності від режиму експлуатації водосховищ / Ю.О. Березницька // Підвищення ефективності використання водних, теплових та енергетичних ресурсів та охорона навколишнього середовища: матеріали II Міжн. наук.-прак. конф. - Київ – 2009 р. – С. 63-65.

12. Волошкіна О.С. Дослідження фільтрації ґрунтових вод на підтоплених сільськогосподарських територіях / О.С. Волошкіна, Ю.О. Березницька, // Сучасні інформаційні технології управління екологічної безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць за матеріалами IX Міжн. наук.-прак. конф. - Київ – Харків – Крим. – 2010 р. – С. 291-295.

13. Березницька Ю.О. Умови формування фільтраційного потоку з облицьованих споруд при захисті територій від підтоплення / Ю.О. Березницька // Підвищення ефективності використання водних, теплових та енергетичних ресурсів та охорона навколишнього середовища: матеріали IV Міжн. наук.-прак. конф. - Київ – 2011 р. – С. 110-112.

14. Березницька Ю.О. Екологічний ризик зсувонебезпечності підтопленого схилу / Ю.О. Березницька, Є.О. Яковлев, О.С. Волошкіна // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: матеріали Міжн. наук.-прак. конф., 20-22

вересня 2012 р. - Івано-Франківськ, 2012, - С. 18.

15. Березницька Ю.О. Зміни підземного стоку в річкових басейнах в умовах підтоплення територій / Ю.О. Березницька, О.С. Волошкіна // Сучасні інформаційні технології управління екологічної безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: зб. наук. праць за матеріалами XI Міжн. наук.-прак. конф. - Київ – Харків – Крим. – 2012 р. – С. 173-178.

АНОТАЦІЯ

Березницька Ю.О. Оцінка впливу підтоплення на екологічну безпеку територій. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Київський національний університет будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України, Київ, 2015.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої науково-практичної задачі – оцінці впливу підтоплення територій на їх екологічну безпеку.

Встановлено вплив небезпечних для навколишнього середовища та умов проживання населення факторів, спровокованих розвитком процесу підтоплення, а саме: проведено оцінку зміни якості водних ресурсів, порушення умов водного балансу на підтоплених територіях (втрата дренажної спроможності річок та формування підземного стоку), процес активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів теоретично обґрунтована необхідність корегування методики розрахунку фільтраційного потоку з застосуванням фільтраційного опору.

На основі цих досліджень дані рекомендації щодо використання поширеної методики фільтраційних опорів для складних гідрогеологічних умов водоносної товщі та стаціонарного потоку фільтрації біля споруд інженерного захисту територій від підтоплення.

Побудовано математичну модель прогнозу змін рівня ґрунтових вод у водоносному горизонті при коливаннях рівня у водоприймачі в умовах тришарової будови водоносної товщі. Отримані алгоритми і залежності дозволяють робити достовірну оцінку та прогноз про рівень підтоплення зсувонебезпечного схилу, що, в свою чергу, дозволяє оперативно приймати управлінські природоохоронні рішення щодо забезпечення території достатнім рівнем екологічної безпеки.

Удосконалено метод розрахунку індивідуального ризику на забудованих підтоплених територіях з урахуванням зсувонебезпечності схилів.

Ключові слова: екологічна безпека, процес підтоплення, процес фільтрації, фільтраційний потік, зсувонебезпечність схилу, індивідуальний ризик, забудована територія.

АННОТАЦИЯ

Березницкая Ю.О. Оценка влияния подтопления на экологическую безопасность территорий. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Киевский национальный университет строительства и архитектуры Министерства образования и науки

Украины, Киев, 2015.

Диссертационная работа посвящена решению важной научно-практической задачи – оценке влияния подтопления территорий на их экологическую безопасность путем усовершенствования и разработки методов фильтрационных расчетов движения грунтовых вод на подтопленных территориях.

Установлено влияние опасных для окружающей среды и условий проживания населения факторов, вызванных развитием процесса подтопления, а именно: проведена оценка изменения качества водных ресурсов на основании определения коэффициентов водно-экологической нагрузки на поверхностные водные объекты по территории Украины, а также проведена оценка нарушения условий водного баланса на подтопленных территориях (изменений дренажной способности рек и формирования подземного стока), процесса активизации опасных экзогенных геологических процессов.

На основании этих исследований даны рекомендации об использовании распространенной методики фильтрационных сопротивлений для сложных гидрогеологических условий строения водоносной толщи и стационарного потока фильтрации около сооружений инженерной защиты территории от подтопления. Теоретически обоснована необходимость корректирования методики расчета фильтрационного потока с использованием метода фильтрационных сопротивлений.

Показано, что учет фильтрационных сопротивлений по характеру вскрытия водоносной толщи открытых защитных сооружений с экраном дают завышенные результаты уровня грунтовых вод на 20%.

Путем аналитического решения задачи нестационарной фильтрации в условиях трехслойного строения водоносной толщи склона построена математическая модель прогноза изменений уровня грунтовых вод в верхнем водоносном слое при изменении уровня воды в водоприемнике.

Полученные алгоритмы и зависимости позволяют производить достоверную оценку и делать прогноз уровня грунтовых вод в условиях подтопления оползнеопасного склона, что в свою очередь позволяет оперативно принимать управленческие природоохранные решения для обеспечения данных территорий достаточным уровнем экологической безопасности.

Усовершенствован метод расчета индивидуального риска на застроенных подтопленных оползневых склонах путем введения в формулы для расчета индивидуальных рисков проживания населения на подтопленных территориях дополнительных коэффициентов, которые учитывают плотность застройки и величину влияния подтопления именно на активизацию опасных геологических процессов.

Ключевые слова: экологическая безопасность, процесс подтопления, процесс фильтрации, фильтрационный поток, оползнеопасность склона, индивидуальный риск, застроенная территория.

ABSTRACT

Bereznitska J.O. A flooding impact assessment on ecological safety of the territories. – On the rights of manuscript.

Dissertation for the degree of Candidate of Technical Science, specialty 21.06.01 – Ecological Safety. – Kyiv National University of Construction and Architecture of Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2015.

Dissertation operation is devoted to the solution of the important scientific and practical task – an impact assessment of territories flooding process on their ecological safety.

Influence dangerous to environment and population living conditions of the factors is set, namely: an assessment of change of water resources quality violation of water balance conditions in the waterlogged territories (loss of drainage ability of the rivers and formation underground a sink), process of activation of dangerous exogenetic geological processes; need of correction of a calculation method of a filtrational flow with use of filtrational resistance is theoretically justified.

Based on these researches recommendations of widespread filtrational resistance technique use for difficult hydrogeological conditions of water-bearing thickness and a stationary flow of filtering about constructions of engineering protection of the territory against flooding are made.

The mathematical model of the forecast of ground waters level changes in the water-bearing horizon in case of water level change in a intake on condition of a water-bearing thickness three-layer structure is constructed. The received algorithms and dependences will allow to make an authentic assessment and the forecast about the level of flooding of a landslide danger slope that in turn allows to make quickly administrative nature protection decisions for support of the territory with ecological safety sufficient level.

The method of calculation of personal risk in the built-up waterlogged territories taking into account a landslide danger of slopes is improved.

Keywords: ecological safety, flooding process, filtering process, a filtrational flow, landslide danger slope, personal risk, the built-up territory.