

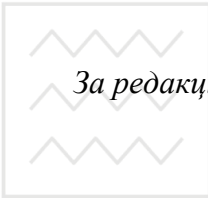


Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний університет водного господарства та природокористування**

**Рокочинський А.М., Живиця В.А., Волкова Л.А.,  
Ромашенко М.І., Савчук Д.П., Мендусь С.П.,  
Величко С.В., Трофимчук Д.М., Приходько Н.В.,  
Чіпак В.П., Коломис С.М., Шобей О.З., Стойка С.С.**

# **ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ**



*За редакцією А.М. Рокочинського, Л.А. Волкової,  
В.А. Живиці, В.П. Чіпака*

*Навчальний посібник*

Рекомендовано вченою радою  
Національного університету водного господарства та  
природокористування як навчальний посібник  
для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються  
за спеціальністю  
«Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні  
технології»

Херсон  
ОЛДІ-ПЛЮС  
2017



*Рекомендовано вченою радою Національного університету  
водного господарства та природокористування  
(протокол № 6 від «29» червня 2017 р.)*

Рецензенти:

**Ткачук М.М.**, доктор технічних наук, професор Національного університету водного господарства та природокористування, м.Рівне;

**Дупляк В.Д.**, кандидат технічних наук, професор, голова правління ПАТ «Укрводпроект», м.Київ

I 62. Інженерний захист територій: Навч. посібник / А.М.Рокочинський, В.А. Живиця, Л.А. Волкова, М.І. Ромащенко [та ін]; за ред. А.М. Рокочинського, Л.А. Волкової, В.А. Живиці, В.П. Чіпака – Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. – 414 с.

**ISBN 978-966-289-139-3**

Навчальний посібник містить програмний матеріал дисципліни «Інженерний захист територій», методичні рекомендації до виконання практичних завдань, термінологічний словник, список літератури.

Розглянуто прояви шкідливої дії води та причини їх виникнення. Наведені інженерні методи захисту сільськогосподарських територій і населених пунктів від затоплення, підтоплення та інших проявів шкідливої дії води, заходи з рекультивації порушених земель.

Призначений для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»

УДК 627.51:627.532:631.6(075)

**ISBN 978-966-289-139-3**

© Рокочинський А.М., Живиця В.А., Волкова Л.А., Ромащенко М.І., Савчук Д.П., Мендусь С.П., Величко С.В., Трофимчук Д.М., Приходько Н.В., Чіпак В.П., Коломис С.М., Шобей О.З., Стойка С.С. 2017

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2017



## ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. ПРОБЛЕМИ ШКІДЛИВОЇ ДІЇ ВОДИ В УКРАЇНІ	10
1.1. Прояви шкідливої дії води	10
1.2. Затоплення та підтоплення територій	11
1.3. Негативні наслідки затоплення територій	18
1.4. Негативні наслідки підтоплення територій	20
1.5. Історія інженерного захисту від шкідливої дії води	23
1.6. Сучасний стан та перспективи інженерного захисту територій	28
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	35
2. ПРИРОДНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЙ З ПРОЯВАМИ НЕГАТИВНОЇ ДІЇ ВОДИ	36
2.1. Основні осередки розвитку затоплення та підтоплення територій в Україні	36
2.2. Фізико-географічна характеристика Карпат	39
2.3. Фізико-географічна характеристика Полісся	47
2.4. Фізико-географічна характеристика Придунав'я	57
2.5. Фізико-географічна характеристика Придніпров'я	64
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	72
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ГІРСЬКИХ РІЧОК КАРПАТ	73
3.1. Гідрографічна характеристика Карпат	73
3.2. Характеристика русел гірських річок	82



3.3. Гідрологічний режим річок	88
3.4. Умови формування паводків та повеней	96
3.5. Розрахункові витрати річок	100
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	109
4. ПРИЧИНИ ЗАТОПЛЕННЯ І ПІДТОПЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ	110
4.1. Виникнення паводків та повеней	110
4.2. Вплив лісів на формування паводків	114
4.3. Причини підтоплення територій	117
4.4. Методи захисту територій від затоплення та підтоплення	120
4.5. Визначення класу споруд та класу наслідків (відповідальності) протипаводкових об'єктів	125
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	131
5. ОБВАЛУВАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ	132
5.1. Види обвалування територій та проектування захисних дамб на плані	132
5.2. Види дамб та типи їх поперечного перерізу	138
5.3. Конструкції дамб	141
5.4. Розміри поперечного перерізу дамби	146
5.5. Захист основи дамби від розмиву	152
5.6. Захист укосів дамб від розмиву	157
5.7. Конструкції основних видів кріплення	167



5.8. Проектування кріплення укосів дамби	176
5.9. Гідротехнічні споруди на дамбах	181
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	185
6. РЕГУЛЮВАННЯ РУСЕЛ РІЧОК	186
6.1. Деформація русел річок	186
6.2. Методи регулювання русел річок	191
6.3. Випрямлення русел річок	192
6.4. Проектування прокопу	194
6.5. Поглиблення і розширення русел	195
6.6. Оснащення русел регуляційними спорудами	196
6.7. Проектування регуляційних споруд	198
6.8. Проектування напівзагат	204
6.9. Конструкції берегоукріплювальних споруд	207
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	213
7. РЕГУЛЮВАННЯ СТОКУ РІЧОК	214
7.1. Перекидання стоку річок	214
7.2. Водосховища для регулювання стоку	216
7.3. Трансформація паводкового стоку	220
7.4. Протипаводкові ємності	224
7.5. Протипаводкові польдери	229
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	234
8. УПРАВЛІННЯ ПРОХОДЖЕННЯМ ПАВОДКІВ	235



8.1. Необхідність та принципи управління проходженням паводків _____	235
8.2. Системне управління проходженням паводків _____	238
8.3. Автоматизовані інформаційно-вимірювальні системи для управління проходженням паводків _____	246
8.4. Моделювання та прогнозування паводків _____	252
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ _____	261
9. ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ ВІД ЕКЗОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ _____	262
9.1. Причини виникнення зсувів _____	262
9.2. Протизсувні заходи і споруди _____	265
9.3. Причини виникнення та характеристика селевих потоків _____	271
9.4. Методи захисту від селевих потоків _____	274
9.5. Типи водної ерозії та причини її виникнення _____	277
9.6. Інженерний захист ґрунтів від ерозії _____	279
9.7. Протиерозійні заходи на гірських територіях _____	284
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ _____	286
10. ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЙ ВІД ПІДТОПЛЕННЯ ҐРУНТОВИМИ ВОДАМИ _____	287
10.1. Прогнозування водного режиму зрошуваних територій _____	287
10.2. Види і конструкції дренажу на зрошуваних територіях _____	289



10.3. Проектування горизонтального дренажу на зрошуваних територіях_____	295
10.4. Проектування вертикального дренажу на зрошуваних територіях_____	301
10.5. Прогнозування підпору ґрунтових вод з водосховищ_____	305
10.6. Проектування горизонтального берегового дренажу_____	308
10.7. Проектування вертикального берегового дренажу_____	312
10.8. Проектування головного дренажу_____	314
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ_____	317
11. ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ЗАБУДОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД ПІДТОПЛЕННЯ ҐРУНТОВИМИ ВОДАМИ_____	318
11.1. Види дренажу на забудованих територіях_____	318
11.2. Конструкція дренажу на забудованих територіях_____	322
11.3. Проектування дренажу в населених пунктах_____	328
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ_____	339
12. ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ПРОМИСЛОВИХ ТА ЦИВІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ПІДТОПЛЕННЯ ҐРУНТОВИМИ ВОДАМИ_____	340
12.1. Види і конструкції дренажу_____	340
12.2. Проектування дренажу для захисту об'єктів_____	345
12.3. Водопониження на будівельних об'єктах_____	347
12.4. Спеціальні види осушення_____	354
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ_____	358



13. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ	359
13.1. Загальні відомості про рекультивацію земель	359
13.2. Порухені землі як об'єкт рекультивації	364
13.3. Напрями рекультивації	372
13.4. Етапи рекультивації	379
13.5. Методичні вказівки до виконання практичних занять	386
13.5.1. Оцінка екологічного стану порушених територій	386
13.5.2. Розробка технічних умов і завдання на розробку проекту рекультивації земель	392
13.5.3. Розробка картограми товщини ґрунту	393
13.5.4. Розробка картограми товщини зняття родючого та потенційно-родючого шару ґрунту	394
13.5.5. Розробка балансу мас родючого та потенційно- родючого шарів ґрунту	397
13.5.6. Транспортування і зберігання родючого та потенційно- родючого ґрунту	397
13.5.7. Нанесення родючого та потенційно-родючого шару ґрунту	399
13.5.8. Технологія гірничо-планувальних робіт	400
13.5.9. Біологічна рекультивація	402
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	404
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК	405
ЛІТЕРАТУРА	409
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК АВТОРІВ	412





## ВСТУП

Більше двох третин усіх стихійних лих у світів пов'язано з водою, кліматом та їх екстремальними проявами. До проявів шкідливої дії води належать підтоплення та затоплення територій сільськогосподарських угідь і населених пунктів, водна ерозія, зсуви, селі та інші явища.

В Україні негативні наслідки повеней і паводків проявляються на 27% території, де проживає майже третина населення, а процеси підтоплення розвинені на 17% території. Майже для всіх регіонів країни характерні водна ерозія ґрунтів, розмив берегів, замулення річок.

Водна стихія та її наслідки наносять населенню та економіці країни значних збитків, погіршують умови проживання людей. Тому території з проявами шкідливої дії води потребують інженерного захисту з метою мінімізації економічних, екологічних та соціальних збитків.

Вперше інженерні методи захисту територій у повному обсязі вивчає дисципліна «Інженерний захист територій» для студентів, які навчаються за спеціальністю 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології». Головною метою вивчення навчальної дисципліни «Інженерний захист територій» є підготовка фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр», здатних ефективно використовувати отримані знання при проектуванні, будівництві, експлуатації водогосподарських об'єктів та гідротехнічних споруд для захисту територій від шкідливої дії води, а також проведенні наукових досліджень в цій галузі.

Автори висловлюють вдячність професорам М.М. Ткачуку, та В.Д. Дупляку за цінні зауваження та рекомендації, надані при рецензуванні рукопису.



## ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

**Алювіальні відклади** – наноси, відкладені водним потоком.

**Берегоукріплювальні споруди** – гідротехнічні споруди для захисту берегів водойм від руйнівної дії хвиль, льоду тощо.

**Буна (напівзагата)** – гідротехнічна споруда у вигляді поперечної дамби, яка призначена для регулювання потоку води та захисту берегів та основ гідротехнічних споруд від розмивання.

**Водозбірно-скидна мережа** – система каналів, призначена для збирання і відведення з територій у водоприймач надлишкових поверхневих і дренажних вод.

**Габіон** – ящик з металеві сітки, заповнений каменем.

**Голова напівзагати** – зовнішнє закінчення напівзагати з кріпленням каменем, габіонами тощо для запобігання розмиванню.

**Грунтові води** – підземні води першого від поверхні землі постійного водоносного горизонту.

**Дамба** – споруда вздовж водотоків, водойм та морів у вигляді штучного валу з місцевого матеріалу, що захищає територію від затоплення поверхневими водами.

**Дрена** – штучно прокладений водотік у ґрунті для збереження та відведення надлишкових вод.

**Дренажний стік** – частина ґрунтового потоку, перехоплена дренажною мережею і відведена у водоприймач.

**Ерозія ґрунту** – руйнування водою і вітром верхнього шару ґрунту, змивання або розвіювання його часток і осідання в нових місцях.

**Заплава** – частина річкової долини, що затоплюється тільки в повінь.

**Затоплення** – утворення вільної поверхні води на ділянці території внаслідок підвищення рівня водотоку, водойми або підземних вод.

**Захисні споруди** – споруди для захисту від повені, затоплення, підтоплення, розмивання паводковими потоками берегів, орних земель, споруд, населених пунктів, промислових об'єктів.

**Зсув** – ковзне зміщення мас гірських порід вниз по схилу під впливом сили тяжіння.

**Інженерний захист** – комплекс інженерних споруд, інженерно-технічних, організаційно-господарських та соціально-правових



водного господарства та природокористування

заходів для захисту господарських об'єктів і територій від затоплення та підтоплення, берегоукріплення та зсувних процесів.

**Канал** – штучне русло правильної геометричної форми з похилом дна і безнапірним рухом води.

**Колектор** – підземний трубопровід або відкритий канал для приймання води з осушувальної мережі і відведення її у водоприймач.

**Меандр** – вигин русла річки в плані.

**Меандрування** – форма планових переформувань заворотів річок, що мають заплаву.

**Нагірний канал** – канал для захисту територій від припливу поверхневих вод з прилеглих територій.

**Наноси** – алювіальний матеріал зруйнованих гірських порід, що транспортуються водою в річці.

**Норма осушення** – оптимальна глибина рівня ґрунтових вод від поверхні ґрунту під час осушення, яка забезпечує сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур, експлуатації промислових та цивільних об'єктів, ведення господарської діяльності на території і проживання населення.

**Обвалування** – система загороджувальних земляних валів (захисних дамб) вздовж берегів водотоків, водойм і морів для захисту території від затоплення.

**Паводок** – фаза водного режиму річки, що може багаторазово повторюватись у різні сезони року і характеризується інтенсивним збільшенням витрат і рівнів води внаслідок дощів чи сніготанення під час відлиг.

**Повінь** (водопілля) – фаза водного режиму річки в період весняного сніготанення, що характеризується високою водністю.

**Підтоплення** – підвищення рівня підземних вод та зволоження ґрунтів зони аерації, що призводить до порушення господарської діяльності на даній території, зміни фізичних і фізико-хімічних властивостей підземних вод, перетворення ґрунтів, видового складу, структури і продуктивності рослинного покриву, трансформації місць проживання тварин.

**Прокоп** – канал, що випрямляє заворот річки.

**Регулювання річки** – сукупність заходів і робіт, спрямованих на упорядкування русел річок для підтримання потрібного рівня



води біля водозабірних споруд, створення сприятливих умов для судноплавства, лісосплаву, пропуску паводків тощо.

**Регулювання стоку** – перерозподіл у часі обсягу річкового стоку, зміни його режиму відповідно до потреб водопостачання, гідроенергетики, іригації, водного транспорту тощо та захисті від паводків.

**Регуляційні споруди** – гідротехнічні споруди, що створюють опір підмиванню, відкладенню наносів, руйнівній дії води і льоду.

**Русло** – найбільш знижена частина річкової долини по якій відбувається стікання води в міжпаводкові періоди.

**Сель** – грязеві або грязекам'яні потоки, що раптово виникають в руслах гірських річок внаслідок паводків малої забезпеченості.

**Тальвег** – лінія найнижчих відміток дна долини або русла річки та інших ланок гідрографічної мережі.

**Траверс** – регуляційна споруда, що сполучує поздовжню дамбу або захисний вал з незатоплюваною територією.

**Трансформація паводкового стоку** – зміна форми і параметрів гідрографа паводкового стоку після проходження паводком водосховища або іншої ємності.

**Фашини** – туго стягнена зв'язка хмизу для укріплення укосів гідротехнічних споруд.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Альбом. Конструкції річкових укріпних споруд на гірських автомобільних дорогах України / Круцик М.Д., Попиченко Н.П., Білоус А.В. – Івано-Франківськ: Галдорпрогрес, 2002. – 150с.
2. ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000 Регулювання русел річок. Норми проектування. К.: Аграрна наука, 2000. – 304с.
3. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління /Підручник для студентів вищих навчальних закладів. /А.В. Яцик, Л.А. Волкова, В.А. Яцик, І.В. Пашенюк. для студентів вищих навчальних закладів, – К.: Талком, 2014. – 406 с
4. Волкова Л.А. Природокористування. Навчальний посібник. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист № 1/11-8608 від 14.10.09р). Рівне: НУВГП, 2010. – 172 с. ISBN 978-966-327-154-5.
5. Волкова Л.А. Рекультивация земель (навчальний посібник). Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. – Рівне: НУВГП, 2009. – 88 с
6. Волкова Л.А. Рекультивация земель. Навчальний посібник. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист № 1/11-9038 від 10.11.09р).. – Рівне: НУВГП, 2010. – 172 с. ISBN 978-966-327-151-4
7. Временные указания по восстановлению /рекультивации/ земель нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых на предприятиях Министерства промышленности строительных материалов Украинской ССР. – К., 1974. – 37 с.
8. Гідротехнічні споруди. Підручник для вузів/Дмитрієв А.Ф., Хлапук М.М., Шумінський В.Д. та ін.; За ред. Дмитрієва А.Ф. – Рівне: РДТУ, 1999. - 328с.
9. Гірські автомобільні дороги України. Захист гірських автомобільних доріг України від небезпечних гідрометеорологічних процесів і явищ. Посібник / За ред. В.О. Герасимчука. – Коломия: Вік, 1998 – 348с.
- 10.Грацианский М.Н. Инженерная мелиорация. – М.: Стройиздат, 1965. - 262с.
- 11.ДБН В1.1-25:2009 Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. К.: Мінрегіонбуд України, 2009 – 43с.



12. Еколого-економічний тлумачний словник-довідник / А.В. Толстоухов, Л.А. Волкова, М.Г. Лустюк, Н.М. Білоус. - К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2003.- 256 с.
13. Земельний кодекс України. За станом на 22 квітня 2008 р. / Верховна Рада України. Офіц. вид. К.: Парламентське вид-во, 2008. 80 с. (Б-ка офіційних видань).
14. Корюкін С.Н. Регулювання русел рек в мелиоративних цілях. – М.: Колос, 1972 – 272с.
15. Научно-методические рекомендации по рекультивации нарушенных земель в Украинской ССР. – К.: 1981. – 32 с.
16. Панас Р.М. Рекультивация земель: Навчальний посібник. – Львів: Новий світ – 2000, 2005. – 224 с.
17. Попов М.А., Румянцев Н.С. Природоохоронные сооружения. Учебник для вузов. – М.: Колосс, 2005. - 520с.
18. Посібник до ДБН В2.4-1-99 Проектування і розрахунок дренажу при регулюванні водного режиму на зрошувальних і осушувальних землях. – К.: Укрводпроект, 2000 – 104с.
19. Посібник до СніП 2.06.15-85 Інженерний захист сільських населень і земель сільськогосподарського призначення від затоплення і підтоплення. – К.: Укрводпроект, 2000 – 71с.
20. Природообустройство. Учебник для вузов / А.И. Голованов, Ф.И. Зимин, Д.В. Козлов и др.; Под ред. А.И. Голованова.- М.: Колосс, 2008. - 552с.
21. Рекомендации по проектированию регуляционных сооружений на реках Карпат / Под ред. Кириенко И.И. – К., 1991 – 150с.
22. Річкові укріпні споруди. Посібник / Герасимчук В.О., Климпуш М.Д., Круцик М.Д. та ін. – Коломия: Вік, 2000. - 142с.
23. Рокочинський А.М., Сапсай Г.І., Муранов В.Г., Мендусь П.І., Теслюкевич А.С. Основи гідромеліорацій. Навч. посібник. / За ред. проф. А.М. Рокочинського. – Рівне: НУВГП, 2014. – 255 с.
24. Ромащенко М.І., Савчук Д.П. Водні стихії. Карпатські повені. Статистика, причини, регулювання / За ред. М.І. Ромащенка. – К.: Аграрна наука, 2002 – 304с.
25. Сільськогосподарські меліорації. / За ред. Гончарева С.С., Потоцького Г.С. – к.: Вища школа, 1991. – 382с.
26. Схема комплексного протипаводкового захисту в басейні р. Тиса. Пояснювальна записка – К.: Укрводпроект, 2001. – 244с.



## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК АВТОРІВ

### редакційна група:

**Рокочинський Анатолій Миколайович** – д.т.н., професор, завідувач кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, Національний університет водного господарства та природокористування (НУВГП);

**Волкова Людмила Андріївна** – к.с.-г.н., професор кафедри водогосподарської екології, гідрології та гідравліки, (НУВГП);

**Живиця Володимир Антонович** – к.т.н., доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, (НУВГП);

**Чіпак Володимир Петрович** – начальник Басейнового управління водних ресурсів річки Тиса;



### автори:

**Величко Світлана Віталіївна** – к.т.н., доцент кафедри водопостачання та водовідведення, Київський національний університет будівництва та архітектури;

**Коломис Станіслав Михайлович** – начальник Виноградівського міжрайонного управління водного господарства;

**Мендусь Сергій Петрович** – к.т.н., доцент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, (НУВГП);

**Приходько Наталія Володимирівна** – к.т.н., асистент кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, (НУВГП);

**Ромашенко Михайло Іванович** – д.т.н., професор, директор Інституту водних проблем і меліорації НААН;

**Савчук Дмитро Петрович** – к.т.н., с.н.с., Інститут водних проблем і меліорації НААН;

**Стойко Сергій Степанович** – начальник Тячівського міжрайонного управління водного господарства;

**Трофимчук Дмитро Миколайович** – магістр, аспірант кафедри природооблаштування та гідромеліорацій, (НУВГП);

**Шобей Олександра Золтанівна** – заступник начальника Тячівського міжрайонного управління водного господарства.