

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища)*

Харків
ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
2024

Методичні рекомендації до проведення практичних занять та організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Технології охорони водних ресурсів» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Є. Г. Пономаренко, Т. В. Дмитренко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 19 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. Є.Г. Пономаренко,
канд. техн. наук, доц. Т. В. Дмитренко

Рецензент

В. Є. Бекетов, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст, протокол № 2 від 28 серпня 2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
2 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З ДИСЦИПЛІНИ.....	5
3 САМОСТІЙНА РОБОТА.....	16
4 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	16
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	17

ВСТУП

Дисципліна «Технології захисту водних ресурсів» складається із трьох змістових модулів (далі – ЗМ):

Змістовий модуль 1 Інженерні аспекти водовідведення.

Змістовий модуль 2 Технології регулювання джерел забруднення водних об'єктів.

Змістовий модуль 3 Інженерні аспекти водопостачання.

Метою проведення практичних робіт із дисципліни є вдосконалення теоретичних знань і набуття практичних умінь здобувачами спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища під час розроблення сучасних технологій щодо зниження антропогенного навантаження на водні об'єкти та заходів щодо охорони, раціонального використання та відновлення водних ресурсів.

За кожною темою передбачено проведення практичних занять і закріплення знань шляхом виконання студентами практичних завдань.

Самостійна робота передбачає вивчення конспекту лекцій з дисципліни та додаткової, зокрема, нормативної, літератури, а також виконання розрахункових завдань за темами курсу.

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Технології охорони водних ресурсів» є опанування студентами сучасними технологіями щодо зниження антропогенного навантаження на водні об'єкти та розроблення схем комплексного використання й охорони вод, опанування знаннями та практичними навичками з охорони, раціонального використання та відновлення водних ресурсів.

У результаті навчання за дисципліною студенти мають навчитися:

– використовувати комплексний підхід щодо вибору планування, проектування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання, техніки і технологій з охорони, раціонального використання та відновлення водних об'єктів;

– знати фізико-хімічні властивості поллютантів, параметри технологічних процесів виробництва, які негативно впливають на стан поверхневих водних об'єктів і підземних вод, та нормативні показники стану водних об'єктів.

2 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З ДИСЦИПЛІНИ

ЗМ 1 Інженерні аспекти водовідведення

Тема 1 Системи міської каналізації.

Зміст практичних занять: склад і показники вмісту забруднюючих речовин для різних типів стічних вод, що надходять до систем централізованого водовідведення.

Величини обсягів побутових стічних вод визначаються за ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація і ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди.

Показники якості побутових стічних вод визначаються на підставі даних водоканалу, які наводяться в завданні.

Величини обсягів побутових і виробничих стічних вод підприємств мають бути визначені за довідковими даними із вказівкою на джерело інформації (довідник з посиланням на назву і сторінку, мережа Інтернет з посиланням на вебсайт тощо).

Склад і кількісні показники вмісту забруднюючих речовин в стічних водах також потрібно визначати на підставі довідкових даних із вказівкою на джерело інформації (довідник з посиланням на назву і сторінку, мережа Інтернет з посиланням на вебсайт тощо).

Склад і показники вмісту забруднюючих речовин, що надходять до міських очисних споруд по загальносплавній системі каналізації, визначаються за формулою повного змішування:

$$C_i = \frac{\sum_j C_{ij} Q_j}{\sum_j Q_j}, \quad (1)$$

де C_i – величина вмісту i -ї забруднюючої величини на вході до міських очисних споруд, г/м³;

C_{ij} – величина вмісту i -ї забруднюючої величини в j -му джерелі надходження стічних вод, г/м³;

Q_j – витрата стічних вод в j -му джерелі їх надходження, м³/с.

Приклад.

Визначити склад та значення показників якості стічних вод, що надходять на міські очисні споруди по загальносплавній системі каналізації.

До загальносплавної системи каналізації міста надходять побутові стічні води й стічні води з двох підприємств. Витрати стічних вод, визначені на підставі зазначених вище джерел інформації і значення показника якості магній наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Джерело стічних вод	Витрата м ³ /добу	Концентрація г/м ³
Побутові стічні води	12 000	–
Підприємство 1	33 000	52
Підприємство 2	5 000	130

Визначити значення показника на вході до міських очисних споруд.

Відповідь.

За формулою повного змішування отримуємо:

$$C_{mg} = \frac{1200000 \cdot 0 + 33000 \cdot 52 + 5000 \cdot 130}{1200000 + 12000 + 5000} = 1,94 \frac{г}{м^3}.$$

Завдання для самостійного виконання.

Характеристика населеного пункту: чисельність населення – 40 000 осіб.

Характеристику благоустрою житлового фонду подано в таблиці 2.

Таблиця 2

Ступінь благоустрою	Відсоток мешканців
Будинки, обладнані внутрішнім водопроводом та каналізацією без ванн та газопостачанням	30
Будинки, обладнані внутрішнім водопроводом, каналізацією та ванними кімнатами з місцевими водонагрівачами на газі	10
Будинки, обладнані внутрішнім водопроводом, каналізацією, ванною до 150 см та системою централізованого гарячого водопостачання	20
Будинки, не обладнані внутрішнім водопроводом та каналізацією	40

Злизова каналізація відсутня.

Місце розташування – м. Умань Черкаської обл.

За фактичними даними водоканалу побутові стічні води мають такий склад (табл. 3).

Таблиця 3

Показник	Величина, г/м ³
Азот амонійний	20
Залізо загальне	2
Жири	30
СПАР	5
Хлориди	150
Фосфати	10
Мінералізація	650
ХСК	250
БСК ₅	100
Завислі речовини	200

У населеному пункті є три підприємства:

1. Плодоовочевий комбінат продуктивністю 50 000 умовних банок консервів на добу.
2. Фабрика верхнього трикотажу продуктивністю 300 т продукції на добу.
3. Розподільна нафтобаза з обсягом реалізації 75 000 т/рік.

Підприємства працюють 250 днів на рік.

Визначити склад та значення показників якості стічних вод, що надходять на міські очисні споруди по загальносплавній системі каналізації.

Тема 2 Нормування водовідведення промислових стічних вод підприємств до системи міської каналізації.

Зміст практичних занять: умови водовідведення, нормування відведення стічних вод підприємств у системи міської каналізації.

Розрахунок допустимих концентрацій (ДК) при скиданні виробничих стічних вод до систем централізованого водовідведення здійснюється на

підставі «Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення», № 316 від 01.12.2017.

Приклад.

Обсяг виробничих стічних вод підприємства $Q_{ф.ст} = 3\,250$ м³/добу.

Обсяг побутових стічних вод міста $Q_{гп} = 4\,500$ м³/добу.

Склад побутових стічних вод подано в таблиці 4.

Таблиця 4

Показник	Од. вим.	Величина
Температура	град.	19
Завислі речовини	г/м ³	210
рН		7
Мінеральний склад	г/м ³	650
Хлориди	г/м ³	400
ХСК	г/м ³	300
БСК ₅	г/м ³	200
Азот амонійний	г/м ³	20

Підприємство одне в населеному пункті скидає стічні води у каналізацію.

Система міста – загальносплавна, а підприємства – роздільна.

Скидання стічних вод БОС – у межах населеного пункту.

Місцеві правила прийому стічних вод відсутні. Склад виробничих стічних вод подано в таблиці 5.

Таблиця 5

Показник	Од. вим.	Значення
1	2	3
Температура	град.	35
Завислі речовини	г/м ³	330
рН		8
Мінеральний склад	г/м ³	1500
Хлориди	г/м ³	450

Продовження таблиці 5

1	2	3
Хром ³⁺	г/м ³	0,3
СПАР	г/м ³	45
ХСК	г/м ³	850
БСК ₅	г/м ³	450
Азот амонійний	г/м ³	50,0

Визначити ДК стічних вод підприємства.

Розв'язання (табл. 6, 7).

Таблиця 6

Показник	Од. вим.	Величина	ДК ^{км}	C _i	C _{гп}	ΣQ _п	Q	КН	ДК ^{бо}
Температура	С ⁰	35	40		19				
Завислі речовини	г/м ³	330	300	350	210	3 250	7750		543,8
РН		8	6,5–9		7				
Мінеральний склад	г/м ³	1 500		1 000	650	3 250	7750		1 484,6
Хлориди	г/м ³	450	350	350	400	3 250	7750	4	400,0
Хром ³⁺	г/м ³	0,3		2,5	0	3 250	7750	3	6,0
СПАР	г/м ³	45	10	20	0	3 250	7750	4	47,7
ХСК	г/м ³	850	500	2 500	300	3 250	7750		5 546,2
БСК ₅	г/м ³	450	200	1 000	200	3 250	7750		2 107,7
Азот амонійний	г/м ³	50,0		30	20	3 250	7750	3	43,8

Таблиця 7

Показник	К _р	ГДК (ЗВ)	Л _{заг}	Л _{гп}	ДК _з	ДК min
Температура						40,0
Завислі речовини	0,5	15	42,431	172,5	210	210,0
РН						6,5-9
Мінеральний склад		1 000	2 828,750	1 067,6	1 484,6	1 484,6
Хлориди		350	990,063	657,0	280,8	280,8
Хром ³⁺	0,5	0,5	1,414	0,0	2,4	2,4
СПАР	0,8	0,5	1,414	0,0	6,0	6,0
ХСК	0,9	80	226,300	49,3	1 492,3	500,0
БСК ₅	0,95	15	42,431	16,4	438,5	200,0
Азот амонійний	0,4	2	5,658	19,7	20	20,0

Завдання для самостійного виконання.

Визначити допустимі для скидання каналізацію концентрації стічних вод.

Витрата стічних вод промислового підприємства становить 2 000 м³/добу, зокрема на частку побутових стічних вод припадає 10 %.

Скидання побутових та виробничих стічних вод підприємства у систему міської каналізації здійснюється спільно.

Підприємство єдине у своєму населеному пункті. Підприємство працює 365 днів на рік.

Чисельність населення міста становить 50 тис. осіб.

Норма водовідведення на одного мешканця дорівнює 250 л/добу на одну особу.

Міські очисні споруди здійснюють скидання стічних вод після очищення у водний об'єкт у межах населеного пункту.

Осад, який утворюється на міських очисних спорудах як органічні добрива не використовується. Склад виробничих стічних вод підприємства подано в таблиці 8, склад побутових стічних вод – у таблиці 9.

Таблиця 8

Показник	Величина, г/м ³
БСК ₅	500
Жири	80
Натрій	400
ХСК	1 500
Залізо загальне	1,4

Таблиця 9

Показник	Величина, г/м ³
1	2
Завислі речовини	150
БСК ₅	200
ХСК	300
Азот амонійний (N-NH ₄)	20
Фосфати	12
Мінеральний склад	500

Продовження таблиці 9

1	2
Хлориди	300
Сульфати	100
СПАР	6
Жири	30
Залізо загальне	1,5

Контрольні запитання

до виконання самостійної роботи за ЗМ 1

1. Назвіть склад міської системи водовідведення.
2. Назвіть особливості роздільної системи каналізації.
3. Назвіть особливості загальносплавної системи каналізації.
4. Назвіть особливості напівроздільної системи каналізації.
5. Назвіть особливості неповної роздільної системи каналізації.
6. Поясніть різницю між централізованими та децентралізованими системами каналізації.
7. Хто визначає величини ДК?
8. Які умови необхідні для скидання стічних вод до існуючої системи міської каналізації?

ЗМ 2 Технології регулювання джерел забруднення водних об'єктів

Тема 3 Технології та методи очищення стічних вод населених пунктів.

Зміст практичних занять: комплекси очисних споруд міських стічних вод, методи механічного очищення, методи біологічного очищення, утилізація осадів.

Тема 4 Технології та методи очищення стічних вод промислових підприємств.

Зміст практичних занять: схеми водовідведення підприємств, технології обробки води, що використовуються для досягнення нормативних показників якості води.

Тема 5 Схеми водовідведення підприємств. Технології обробки води, що використовуються для досягнення нормативних показників якості води.

Зміст практичних занять: технології та методи для збереження та зниження трофічного рівня водних об'єктів.

Контрольні запитання

до виконання самостійної роботи за ЗМ 2

1. У проміжках ґрат має забезпечуватися швидкість руху стічної води в діапазоні 0,8–1,0 м/с. Які негативні наслідки для якості очищення буде мати вихід за цей діапазон?

2. Для пісковловлювачів існують оптимальні швидкості руху води. Виходячи з яких критеріїв (ознак) їх встановлюють?

3. Для чого ґрати встановлюють під кутом до горизонту?

4. Навіщо використовують метантенки?

5. Для чого використовують первинні відстійники?

6. Куди надходить активний мул із відстійників?

7. Основна мета обробки осадів стічних вод.

8. Чому в біофільтрах інтенсивність очищення вища, ніж у біорудах?

9. Чому на полях фільтрації біохімічне очищення відбувається тільки у верхніх шарах ґрунту?

10. Різновиди аеротенків за структурою потоку.

11. У чому полягає відмінність технології очищення на біоставках від технології на біоплато?

ЗМ 3 Інженерні аспекти водопостачання

Тема 6 Централізоване водопостачання.

Зміст практичних занять: інженерне облаштування систем централізованого водопостачання населених пунктів і підприємств.

Приклад завдання 1 для самостійного виконання.

Навести приклади схем водопостачання конкретних підприємств (прямотечійне, повторно послідовне, оборотне). За даними витрат і використання води скласти балансову схему водопостачання та водовідведення підприємства.

Приклад завдання 2 для самостійного виконання.

Навести приклад замкнутої системи водоспоживання реального підприємства. За даними витрат і використання води скласти балансову схему водопостачання-водовідведення підприємства.

Приклад завдання 3 для самостійного виконання.

Розглянути інженерне облаштування систем централізованого водопостачання на прикладі конкретного населеного пункту.

Приклад завдання 4 для самостійного виконання.

На прикладі конкретного водного об'єкта (обрану ділянку зазначити на карті) перевірити дотримання вимог Водного кодексу України стосовно організації та господарської діяльності у прибережних захисних смугах.

Тема 7 Децентралізоване водопостачання.

Зміст практичних занять: інженерне облаштування джерел децентралізованого водопостачання населених пунктів і промислових підприємств.

Приклад завдання 1 для самостійного виконання.

Розглянути інженерне облаштування систем децентралізованого водопостачання на прикладі джерела / джерел децентралізованого водопостачання конкретного населеного пункту та певного промислового підприємства.

Приклад завдання 2 для самостійного виконання.

На прикладі конкретного джерела провести оцінку якості джерельних вод, зробити експертний висновок щодо придатності води джерела для питних

цілей та запропонувати інженерні та організаційні заходи щодо поліпшення якості джерельних вод.

Оцінку виконати відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Джерело обрати самостійно, вихідні дані для проведення оцінки знайти у відкритих інформаційних джерелах за результатами проведених досліджень.

Контрольні запитання

до виконання самостійної роботи за ЗМЗ

1. Централізоване та децентралізоване питне водопостачання.
 2. Нормативи питного водоспоживання.
 3. Вимоги до джерел питного водопостачання.
 4. Зони санітарної охорони джерел водопостачання.
 5. Використання вод у комунальному господарстві.
 6. Технічне водопостачання.
 7. Нормативи водовикористання у промисловості.
 8. Раціональне використання води на промислових підприємствах.
- Схеми водоспоживання. Складання балансових схем водоспоживання.
9. Оборотно-водопостачання.
 10. Повторне і послідовне водопостачання.
 11. Замкнуті системи водопостачання.
 12. Використання поверхневого стоку для технічного водопостачання.
 13. Що таке прибережна водоохоронна зона, для чого вона призначена?
 14. Режим господарської діяльності в межах прибережної водоохоронної зони.
 15. Що таке прибережна захисна смуга, її призначення, розміри та розташування.
 16. Смуги відведення по берегах водних об'єктів і їх призначення.
 17. Методи захисту та відновлення поверхневих водних об'єктів.

3 САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота – це важлива частина підготовки майбутнього фахівця, що дозволяє йому навчитися працювати з нормативною та довідковою літературою, різноманітними літературними джерелами, а також обробляти й аналізувати отриману інформацію.

Для успішного складання екзамену з дисципліни «Технології охорони водних ресурсів» студент повинен самостійно опрацювати змістові модулі конспекту лекцій із дисципліни та додаткову літературу, виконати розрахункові завдання за темами курсу та відповісти на контрольні питання до них.

Перевірку якості засвоєння теоретичного матеріалу й рівня набутих умінь студентами денної та заочної форм навчання викладач проводить за результатами виконання практичних завдань.

Контроль якості засвоєння матеріалу викладач проводить під час проведення диференційованого заліку.

4 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль:

- усне опитування під час аудиторних занять;
- письмовий контроль правильності виконання практичних завдань.

Модульний контроль: модульний контроль за змістовими модулями (тестування в системі Moodle, письмовий контроль).

Підсумковий семестровий контроль: підсумковий семестровий контроль у вигляді диференційованого заліку (письмовий контроль).

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 9 грудня 2022 р. № 1134-р. // Офіц. вісн. України. – 2022. – № 99. – Ст. 6244.
2. Ломницька Я. Ф. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля : навч. посіб. / Я. Ф. Ломницька, В. О. Василечко, С. І. Чихрій. – 2-ге вид. – Львів : Новий Світ-2000, 2019. – 589 с.
3. Гідроекологія : підручник / М. О. Клименко, Ю. В. Пилипенко, Ю. Р. Гроховська та ін. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 380 с.
4. Multi-tracing of recharge seasonality and contamination in groundwater: a tool for urban water resource management / Y. Vystavna, S. Schmidt, D. Diadin, P. Rossi, Y. Vergeles, M. Erostate, I. Yermakovych, V. Yakovlev, K. Knoller, I. Vadillo // Water Research. – 2019. – Vol. 161. – P. 413–422.
5. Capacity of urban springs to support emergency water needs, a Secondary City case study: Kharkiv, Ukraine / D. Davis, D. Diadin, A. Shores, O. Khandogina, M. Laituri // Urban Water Journal. – 2020. – Vol. 17:4. – P. 368-376.
6. Проблема забруднення води Свято-Пантелеймонівського джерела у м. Харків і спосіб її вирішення / В. В. Яковлев, Т. В. Дмитренко, Д. В. Дядін, Ю. І. Вергелес // Науковий вісник будівництва. – Вип. 4 (102). – 2020. – С. 200–212.
7. Водний кодекс України [Електрон. ресурс] : сайт. – Електрон. текст. дані. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>, вільний (дата звернення: 15.05.2024). – Назва з екрана.
8. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 15.04.2024). – Назва з екрана.

9. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>, вільний (дата звернення: 17.04.2024). – Назва з екрана.

10. Про затвердження Порядку ведення державного обліку водокористування [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0382-15#Text>, вільний (дата звернення: 17.05.2024). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ВОДНИХ РЕСУРСІВ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища)*

Укладачі: **ПОНОМАРЕНКО** Євген Георгійович,
ДМИТРЕНКО Тетяна Володимирівна

Відповідальний за випуск *К. М. Задорожний*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *Т. В. Дмитренко*

План 2022, поз. 38М

Підп. до друку 16.05.2024. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 1,1.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК 5328 від 11.04.2017.