

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

**03-06-54S**

<b>СИЛАБУС</b>	<b>Сучасні біотехнології в галузі очищення води</b>	
<b>SYLLABUS</b>	<b>Modern biotechnologies in the field of water purification</b>	
Шифр за ОП Code in Degree Programme	OK05	
Освітній рівень Level of Education	Магістерський (другий) Master's (second)	
Галузь знань Field of Knowledge	16	Хімічна інженерія та біоінженерія Chemical engineering and bioengineering
Спеціальність Field of Study	162	Біотехнології та біоінженерія Biotechnology and bioengineering
Освітня програма Degree Programme	Біотехнології Biotechnology	

Силабус навчальної дисципліни **«Сучасні біотехнології в галузі очищення води»** для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою **Біотехнології, 162 «Біотехнології та біоінженерія»**. Рівне. НУВГП. 2024. 15 стор.

ОП на сайті університету: <https://ep3.nuwm.edu.ua/31708/>

Розробник силабусу: Квартенко О.М., д.т.н., доцент, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи

Силабус схвалений на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “29” серпня \_\_\_\_\_ 2024 року

Завідувач кафедри: Мартинов С.Ю., д.т.н., професор.

Керівник (гарант) ОП: Ковальчук В.А., д.т.н., професор.

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІ  
Протокол № 1 від “ 29” серпня \_\_\_\_\_ 2024 року

Голова науково-методичної ради з якості ННІ: Макаренко Р.М., к.т.н., професор.

Попередня версія силабусу (вказати шифр) публікується вперше

©Квартенко О.М. 2024


© НУВГП, 2024

**Програма навчальної дисципліни «Сучасні біотехнології в галузі очищення води»\***

**ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ**

Ступінь вищої освіти	<i>магістр</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Спеціальність	<i>162 «Біотехнології та біоінженерія»</i>
Рік навчання, семестр	<i>1-й рік навчання, 1 семестр – денна</i>
Кількість кредитів	<i>6</i>
Лекції:	<i>30 годин, денна форма навчання</i>
Практичні заняття	<i>30 годин, денна форма навчання</i>
Самостійна робота:	<i>120 годин, денна форма навчання</i>
Форма навчання	<i>денна</i>
Форма підсумкового контролю	<i>екзамен</i>
Мова викладання	<i>державна</i>
Кафедра де реалізується навчальна дисципліна	<i>Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи</i>

**ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОЗРОБНИКА (ІВ)**

<p>Лектор</p> 	<p><i>Квартенко Олександр Миколайович, д.т.н., доцент, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи</i></p>
Вікіситет	<a href="http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Квартенко_Олександр_Миколайович">http://wiki.nuwm.edu.ua/index.php/Квартенко_Олександр_Миколайович</a>

ORCID	<a href="http://orcid.org/0000-0001-5634-1128">http://orcid.org/0000-0001-5634-1128</a>
Як комунікувати	<a href="mailto:o.m.kvartenko@nuwm.edu.ua">o.m.kvartenko@nuwm.edu.ua</a> Актуальні оголошення на сторінці дисципліни в системі MOODLE - <a href="https://exam.nuwm.edu.ua/">https://exam.nuwm.edu.ua/</a>
<b>ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ</b>	
<b>Мета та завдання</b>	
<p><b>Мета:</b> надати здобувачам теоретичних знань та практичних навичок з біотехнології в галузі очищення природних, оборотних та стічних вод; вивчення основ біохімії та біотехнології води в умовах антропогенного забруднення водоймищ; аналізу основних способів очищення, заснованих на використанні мікроорганізмів та інших гідробіонтів; розробки біотехнологій та керування технологічними процесами біологічного очищення води при відмінності якісного та кількісного складу забруднювачів; до проектування, розрахунку очисних споруд.</p> <p><b>Завдання:</b> вибір способів, прийомів, технологій, а також вивчення основ розрахунку та конструювання сучасного технологічного обладнання для забезпечення водоочищення біологічними методами, з метою одержання очищеної від різних забруднюючих речовин води у відповідності до санітарних вимог.</p>	
<b>Посилання на розміщення освітнього компонента на навчальній платформі Moodle, на платформі освітніх програм та їхніх освітніх компонентів</b>	
<a href="https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=6618">https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=6618</a>	
<b>Передумови вивчення*</b> <b>(місце освітнього компоненту в структурно-логічній схемі)</b>	
Передумовою вивчення даного освітнього компонента є вивчення освітніх компонент: Іноземна мова професійного спілкування	
<b>Компетентності</b>	
<p><b>ІК.</b> Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми біотехнологій та біоінженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.</p> <p><b>К06.</b> Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.</p> <p><b>К17.</b> Здатність обґрунтовувати, реалізовувати та оптимізувати проектно-конструкторські рішення в галузі біотехнології.</p> <p><b>К21.</b> Здатність ставити та вирішувати завдання, пов'язані з проектуванням та обладнанням біотехнології водоочищення муніципальних та промислових об'єктів.</p>	
<b>Програмні результати навчання (ПРН). Результати навчання (РН)*</b>	

**ПРО3.** Здійснювати техніко-економічні розрахунки проектно-конструкторських рішень та аналізувати та оцінювати їх ефективність, екологічні та соціальні наслідки на коротко- та довгострокову перспективу.

**ПРО4.** Вміти обирати та застосовувати найбільш придатні методи математичного моделювання та оптимізації при розробленні науково-технічних проектів.

**ПРО8.** Планувати та управляти науково-дослідними, науково-технічними та/або виробничими проектами у галузі біотехнології, базуючись на сучасних тенденціях розвитку науки, техніки та суспільства.

**ПРО9.** Вміти розробляти, обґрунтовувати та застосовувати методи та засоби захисту людини та навколишнього середовища від небезпечних факторів техногенного та біологічного походження.

**ПР12.** Аналізувати і враховувати у практичній діяльності тенденції науково-технічного розвитку суспільства та біотехнологічної галузі.

**ПР17.** Оцінювати, аналізувати та обирати варіанти рішень з управління складними біотехнологічними процесами з урахуванням цілей, обмежень, прогнозів та ризиків.

**ПР 20.** Вміти аналізувати та застосовувати сучасні біотехнології водоочищення муніципальних та промислових об'єктів.

## Структура та зміст освітнього компонента

### **Змістовий модуль 1. Біотехнології в галузі очищення природних та оборотних вод.**

85/12/10/63 (всього / лекції / практичні заняття / самостійна робота)

**Тема 1 Біохімія та біотехнологія води. Біологічні аномалії води.** Загальна характеристика та класифікація природних та стічних вод. Фізико-хімічні та біологічні властивості. Структура молекули води. Аномальні властивості води їх причини та значення для життєдіяльності водних організмів. Вода як субстрат та метаболіт. Біологічний синтез молекул води. Біодеструкція води. Структурування молекул води на біологічних поверхнях та у біополімерах. Фізичний та біологічний кругообіг води. Порівняльна характеристика технологій водоочищення для різних джерел води.

Кількість годин: 14/2/2/10

Література: [1, 2, 3, 6, 14].

Результати навчання ПР08; ПР09

**Тема 2. Вплив науково-технічного розвитку суспільства на стан водних ресурсів. Нові складові техногенного забруднення джерел водопостачання. Сучасні технології для очищення поверхневих вод.** Види антропогенних забруднень та їх основні властивості. Нові складові техногенного забруднення джерел водопостачання. Очистка води від амонійного нітрогену, фосфору, фенолів, нафтопродуктів, пестицидів, ПАВ. Основні фактори впливу при виборі технологічної схеми. Оцінка біологічних процесів в системах комплексної підготовки питної води з урахуванням цілей, обмежень та ризиків.

Кількість годин: 16/2/2/12

Література: [1, 2, 6, 11, 14].

Результати навчання ПР12; ПР17; ПР20.

**Тема 3. Біологічна предочистка поверхневих вод на основі природного біоценоза. Управління процесами біологічної трансформації органічних речовин. Біоконвеєрні технології відновлення якості води.** Біоценоз водотоків та водоймищ. Бактерії і

віруси. Водорості. Екологічні форми водоростей. Вищі водяні рослини. Екологічні угруповання. Біохімічні процеси поліпшення якості води. Мінералізація. Біоседиментація. Біологічна детоксикація. Фотосинтетична аерація. Аналіз та застосування сучасних технологій на основі природнього біоценоза з можливістю управління біотехнологічними процесами. Прямоточна система біологічного очищення води: анаеробні та аеробні біореактори-зоореактори-фітореактори. Конструкції біореакторів.

Кількість годин: 15/2/2/11

Література: [1, 5, 6, 10, 11; 12].

Результати навчання ПР08; ПР17; ПР20

**Тема 4. Біологічне очищення підземних вод.** Проблема заліза і марганцю у підземних водах України. Залізобактерії та їх застосування в біотехнології підготовки питної води. Способи та прийоми культивування залізобактерій. Математичне моделювання процесів біологічного очищення підземних вод в контактному завантаженому біореакторі. Технологічні схеми та конструкції біореакторів для систем водопостачання промислових підприємств та муніципальних об'єктів.

Кількість годин: 14/2/2/10

Література: [15, 16, 17, 19].

Результати навчання ПР04; ПР08; ПР20

**Тема 5. Біотехнологія стічних вод.** Аналіз гідробіоценозу, що використовуються в очищенні стічних вод: біоплівка; активний мул; анаеробні бактерії метантенків; аеробні та анаеробні спеціально адаптовані мікроорганізми-деструктори органічних сполук; анаеробний гранульований активний мул. Вибір гідробіоценозу з урахуванням обмежень, прогнозів та ризиків для різних схем водопідготовки. Показники стану активного мулу та біоплівок. Біоконвейєр. Біологічне очищення води та еволюція. Типова мікробна біотехнологія.

Кількість годин: 14/2/2/10

Література: [1, 2, 4, 5, 8, 9, 12, 20].

Результати навчання ПР08; ПР12; ПР17; ПР20

**Тема 6. Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустриальних рибницьких господарств.** Умови формування, кількісні та якісні показники забруднень води рибницьких господарств з оборотним водопостачанням. Методи і технології очищення оборотної води. Моделювання процесів очищення оборотної води рибницьких господарств. Технології багатостадійного біологічного очищення у рециркуляційних системах різного профілю. Техніко-економічні розрахунки проектно-конструкторських рішень.

Кількість годин: 12/2/-/10

Література: [1, 5, 6, 8].

Результати навчання ПР03; ПР04; ПР09; ПР20

**Кількість годин за модулем 1**

**Лекції (12 г.); Практичні (10 г.); Сам. роб. (63 г.)**

**Змістовий модуль 2. Біотехнології в галузі очищення стічних вод**

95/18/20/57 (всього / лекції / практичні заняття / самостійна робота)

**Тема 7. Методи біологічної очистки стічних вод.** Удосконалена класифікація методів очищення стічних вод. Класифікація методів біологічного окиснення. Біологічна очистка стічних вод у природних умовах. Поля фільтрації. Поля зрошення. Біологічні ставки. Основні біохімічні процеси при аеробному очищенні. Роль кисню в процесах мікробіальної трансформації органічних сполук. Порівняльна характеристика очищення стічних вод різними методами.

Кількість годин: 10/2/2/6

Література: [2, 3, 4, 8, 9, 20].

Результати навчання ПР09; ПР12

**Тема 8. Очищення стічних вод в аеротенках.** Принципи очищення стічних вод активним мулом в аеротенках. Основні технологічні параметри та схеми роботи аеротенків. Управління біотехнологічними процесами. Технологічне обладнання. Системи аерації. Шахтні аеротенки. Оксітенки. Аеротенки з наповнювачем. Регенератори. Мембранні реактори. Порівняльна характеристика параметрів роботи мембранного біореактора з традиційними схемами.

Кількість годин: 14/2/6/6

Література: [3, 4, 8, 9, 20].

Результати навчання ПР03; ПР12; ПР17; ПР20

**Тема 9. Очищення стічних вод на біофільтрах.** Теоретичні основи метода біофільтрації. Очищення стічних вод за допомогою біоплівки. Характеристика мікроорганізмів біоплівки. Класифікація та конструктивні особливості біофільтрів. Технологічні схеми роботи біофільтрів. Контактне завантаження. Очищення за допомогою комбінованих споруд (біодиски, барабанні біофільтри, біотенки). Біоадсорбери. Шляхи вдосконалення систем аеробного очищення.

Кількість годин: 13/2/4/7

Література: [2, 3, 4, 8, 9, 13, 18, 20].

Результати навчання ПР04; ПР12; ПР20

**Тема 10. Анаеробне біологічне очищення.** Біоценози та біохімічні процеси при анаеробному очищенні. Очищення у спорудах традиційної конструкції. Принцип роботи метантенків. Технологічні схеми, конструкція та принцип роботи метантенків. Анаеробні реактори нового покоління (UASB-реактори; EGSB-реактори; IC-реактори; реактори Biomar® ASB; VFB-реактори). Анаеробні гібридні реактори. Порівняльний аналіз та оцінка ефективності їх роботи.

Кількість годин: 9/2/1/7

Література: [4, 8, 9, 13, 20].

Результати навчання ПР03; ПР12; ПР20

**Тема 11. Видалення біогенних елементів зі стічних вод. Біотехнології видалення азоту.** Біологічне видалення азоту. Дві стадії нітрифікації. Бактерії, що здійснюють цей процес. Денітрифікація. Фактори впливу очистки на видалення азоту. Методи і технології видалення азоту. SBR реактор. Реактори з псевдо зрідженим шаром (FBR). SBBR – реактори. Схеми. Принцип роботи. Схеми біотехнологій для вилучення азоту і фосфору.

Кількість годин: 10/2/2/6

Література: [2, 4, 8, 9, 20].

Результати навчання ПР08; ПР09; ПР17; ПР20

**Тема 12. Видалення біогенних елементів зі стічних вод.**

**Біологічне видалення фосфору.** Фізико-хімічні методи видалення фосфору зі стічної рідини. Біологічне очищення від фосфору. Фосфоракумулюючі бактерії та способи застосування їх для видалення фосфатів із води. Технології очищення стічних вод від сполук фосфору. Видалення із стічних вод сполук Фосфору у новітніх біотехнологіях: Vardenpho, Phoredox, UCT. Схеми біологічного очищення з модифікацією аеротенку для видалення азоту та фосфору. Комбіновані методи видалення фосфору.

Кількість годин: 10/2/2/6

Література: [4, 8, 9, 20].

Результати навчання ПР08; ПР09; ПР17; ПР20

**Тема 13. Сучасні технології очищення висококонцентрованих стічних вод.** Характеристика забруднень промислових стічних вод, їх відмінність від господарсько-побутових. Біологічна деноксація хімічних патогенів у водному середовищі. Біотехнологічне знешкодження промислових токсичних відходів у ставках-накопичувачах. Умови

формування та склад забруднень висококонцентрованих стічних вод легкої промисловості. Сучасні технології очищення.

Кількість годин: 10/2/2/6

Література: [2, 7, 9].

Результати навчання ПР08; ПР09; ПР12; ПР17; ПР20

**Тема 14. Технологічні схеми багатостадійної біологічної очистки стічних вод від населених пунктів та виробничих підприємств.** Схеми очищення побутових стічних вод за різних вимог до очищення. Сучасні схеми біологічного очищення води з високим ХПК (>2000-3000 мг/дм<sup>3</sup>). Анаеробні UASB-біореактори. Опис технології. Конструктивні особливості метанреактору. Варіанти очищення стічних вод залежно від вимог до скиду у поверхневі водні джерела.

Кількість годин: 11/2/2/7

Література: [4, 7, 8, 9, 20].

Результати навчання ПР08; ПР09; ПР20

**Тема 15. Осади, що утворюються при традиційному механо-біологічному очищенні стічних вод.** Надлишковий активний мул. Аеробна стабілізація активного мулу. Анаеробне зброджування органічних осадів і надлишкового активного мулу. Шляхи розв'язання проблеми осадів. Обробка осадів стічних вод.

Кількість годин: 8/2/1/6

Література: [2, 4, 8, 9, 20].

Результати навчання ПР09; ПР20

\* - Теми які виносяться на самостійне опрацювання студентів.

**Кількість годин за модулем 2**

**Лекції (18г.); Практичні (20г.); Сам. роб. (57г.).**

#### Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
		Денна
1	Розрахунок біореакторів для очищення підземних вод.	(2г.)
2	Розрахунок систем біологічної попередньої очистки поверхневих вод.	(2г.)
3	Визначення концентрацій забруднень в природних, виробничих та господарсько-побутових стічних водах.	(2г.)
4	Санітарні умови випуску стічних вод у водойми. Розбавлення стічних вод поверхневими водами.	(2г.)
5	Розрахунок біопруда для глибокого доочищення стічних вод які пройшли стадію біологічної очистки.	(2г.)
6	Розрахунок аеротенка змішувача без вузла регенерації для очистки господарсько-побутових стічних вод.	(2г.)
7	Розрахунок аеротенка витиснювача із рециркуляцією активного мулу.	(2г.)
8	Розрахунок окситенка.	(2г.)
9	Розрахунок високо навантажувального біофільтра.	(2г.)
10	Розрахунок біофільтрів з площинним завантаженням.	(2г.)
11	Розрахунок аерофільтрів і підбір типових конструкцій.	(2г.)
12	Проектування систем анаеробної очистки.	(2г.)
13	Розрахунок масових балансів в системі з активним мулом.	(2г.)
14	Розрахунок масових балансів при нітрифікації та денітрифікації стічних вод в аеротенках.	(2г.)
15	Визначення кількості фосфору який видаляється в системах з активним мулом.	(2г.)
	Разом	<b>30г.</b>

#### Форми та методи навчання



1. Лекції та практичні заняття проводяться із застосуванням технічних засобів навчання (комп'ютер, проектор) у супроводі навчальних відеоматеріалів (презентацій, слайдів, відеофільмів).

2. Консультації.

3. Самостійна робота.

### **Інструменти, обладнання, програмне забезпечення**

навчальні посібники; нормативна література; методичні вказівки; типові проекти; мультимедіа; персональні комп'ютери; навчальна платформа Moodle.

### **Порядок оцінювання програмних результатів навчання/ результатів навчання**

• Оцінювання проводиться за 100 бальною шкалою. Навчальна дисципліна вважається успішно вивченою, якщо сумарна кількість балів, набраних студентом, не менше 60 балів (екзамен). Підсумковий контроль знань відбувається за результатами поточного контролю. Розподіл балів:

1. Лекційні заняття та самостійна робота:  $15 \times 1,0 = 15$  балів.

2. Практичні заняття: 1, 2, 3, 4, 5 ( $5 \times 2 = 10$  балів);

8, 9, 10, 13, 14 ( $5 \times 3 = 15$  балів);

6, 7, 11, 12, 15 ( $5 \times 4 = 20$  балів).

**Всього поточна складова оцінювання = 60 балів**

3. Модульні контролю: ( $2 \times 20 = 40$  балів).

• Поточна складова оцінки (у межах 10 балів) крім наведених вище балів за вчасне та якісне виконання лекційних та практичних занять може включати додаткові бали: участь в науковій університетській конференції (підготовка доповіді) – 5 балів; підготовка самостійного реферату навчально-дослідницької роботи до 5 балів);

Контроль проводиться:

1. Лекційний матеріал та самостійна робота – шляхом усного опитування або перевірки звітів з самостійної роботи.

2. Практичні заняття – шляхом перевірки індивідуальних завдань, які видаються по варіантам кожному із студентів.

3. Модульний контроль знань проводиться в системі Moodle ННЦНО.

Додатково див. **Положення** про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти <http://ep3.nuwm.edu.ua/15311/>. Студенти проходять три рівні тестових завдань: одиночний вибір (одна правильна відповідь з п'яти запропонованих – 18 запитань  $\times$  0,5 балів = 9 балів), багатоваріантний вибір (дві і більше правильних відповідей з п'яти запропонованих – 9 запитань  $\times$  1 бал = 9 балів), задача (1 задача  $\times$  2 бали = 2 бали). Тривалість проходження тесту 45 хвилин.

Критерії оцінювання вивчення тем курсу (% від кількості балів, якими оцінюється кожна тема):

0% - завдання на практичних і лабораторних заняттях, а також завдання для самостійного виконання вдома не виконано;

40% - завдання виконано частково та містить суттєві помилки;

60% - завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки;

80% - завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (неточності розрахунків і креслень, розмірності, висновки);

100% - завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Перелік нормативних документів університету що регулюють порядок оцінювання та проведення контрольних заходів:

Положення про організацію освітнього процесу у Національному університеті водного господарства та природокористування (нова редакція)

(Наказ № 358 від 06.07.2020р) <https://ep3.nuwm.edu.ua/4088/>;

Порядок організації контролю та оцінювання навчальних досягнень студентів Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП) у Європейській кредитно-трансферній системі (ЄКТС) (зі змінами та доповненнями) (Наказ № 168 від 04.04.2016р) <https://ep3.nuwm.edu.ua/21121/>;

Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти (Наказ № 310 від 26.05.2019) – <https://ep3.nuwm.edu.ua/15311/> - регламентує порядок проведення семестрового поточного (модульного) та підсумкового контролю навчальних досягнень здобувачів вищої освіти за освітніми ступенями бакалавра і магістра денної і заочної форми навчання в Національному університеті водного господарства та природокористування, описує зміст і процедуру державної атестації, поточного, підсумкового та семестрового контролів;

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти (семестровий поточний контроль) зі змінами та доповненнями (ухвалено науково-методичною радою НУВГП протокол № 1 від 19.02.2020) <https://ep3.nuwm.edu.ua/21123/> - описує критерії оцінювання навчальних досягнень та порядок рейтингування здобувачів вищої освіти;

**Рекомендована література (основна, допоміжна)**

### Основна література:

1. Гвоздяк П.І. Біохімія води. Біотехнологія води. (автомонографія). Київ: Видавничий центр «Київо-Могилянська академія», 2019. 228 с.
2. DEGRÉMONT, G. (2007) *Water Treatment Handbook*, 1 & 2, 7 th Edition, Springer Verlag
3. Запольський А.К., Мішкова – Кліменко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздяк П.І., Князькова Т.В. Фізико – хімічні основи очищення стічних вод. Підручник. Київ, Лібра, 2000. – 367с
4. Ковальчук В.А. Очищення стічних вод: навч. посіб./ Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. 622 с. <http://ep3.nuwm.edu.ua/15447/>
5. Кононцев С. В., Саблій Л.А., Гроховська Ю.Р. Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2011. – 151 с.
6. Романенко В.Д. Основи гідроекології: підручник. – Київ: Обереги, 2001. – 728 с.
7. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. - Рівне: НУВГП, 2013. – 292 с.
8. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні та управління безпекою праці / Саблій Л.А., Бунчак О.М., Жукова В.С., Кононцев С.В. // Підручник для студ. ВНЗ спец.«Біотехнології та біоінженерія», рекомендовано вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського / Під ред. Л.А. Саблій -2-е вид., перероб. і доп.– Рівне: НУВГП, 2018.- 377 с.
9. Henze M., Harremc^s P., Jes la Cour Jansen, Arvin E. *Wastewater treatment. Biological and Chemical Processes*. Polyteknisk Forlag. – 2006. – 480 p.

### Допоміжна література:

10. Гвоздяк П.І. Актуальні питання біологічного очищення води // Ойкумена. – 1992.– № 5–6. – С. 58–70.
11. Гвоздяк П.І. 50 запитань і 49 відповідей з нової біотехнології очистки води. – Київ: Знання. 1990. – 28 с.
12. Гвоздяк П.І. За принципом біоконвеєра. Біотехнологія охорони довкілля // Вісник НАН України. – 2003. – № 3. – С. 29-36.
13. Долина Л. Ф. Реактори для очистки стічних вод. — Дніпропетровськ, Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту, 2001. — 82 с.
14. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. Підручник. — К.: Вища школа, 2005. — 671 с.
15. Kvartenko O. The Use of Biotechnologies for Treating Underground Waters in North-Western Regions of Ukraine, Chapter 18. P. 298-323 in collective monograph: *Handbook of Research on Improving the Natural and Ecological Conditions of the Polesie Zone/ IGI Global – May, 2023|Copyright: © 2023 |Pages: 479 DOI: 10.4018/978-1-6684-8248-3.ch018 (SCOPUS)*
16. Квартенко, О., Присяжнюк, І. (2022). Моделювання процесу біологічного знезалізнення підземних вод в контактному завантаженні біореакторів. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*, (41), 19–30. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2022.41.19-30>
17. Kvartenko, O., Sabliy, L. (2020). Biotechnology complex treatment of multi-component groundwater. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*, (33), 26–33. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2020.33.26-33>
18. Kovalchuk V., Kvartenko O. Biotechnologies introduction in the system of natural and wastewater treatment at dairy enterprises and settlements. *AIP Conf. Proc.* 2490, 040008 (2023). RESEARCH ARTICLE | DECEMBER 07 2023. Published by AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0122881> (SCOPUS)
19. Орлов В.О., Квартенко О.М., Мартинов С.Ю., Гордієнко Ю.І. [Знезалізнення підземних вод для питних цілей](#). - Монографія–Рівне: УДУВГП, 2003 - 155 с.
20. *Biological Wastewater Treatment: 2nd edition.* [Guang-Hao Chen](#), [Mark C.M. van Loosdrecht](#) [G.A.](#), [Ekama](#) [Damir Brdjanovic](#). 2008. P. 866

### Методичне забезпечення:

03-06-147М Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Сучасні біотехнології в галузі очищення води» для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр», які навчаються за освітньо-професійною програмою *Біотехнології*, 162 «Біотехнології та біоінженерія». [Електронне видання]/ Квартенко О.М., – Рівне : НУВГП. 2025.

1. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/index>
2. Кабінет Міністрів України. URL: <http://www.kmu.gov.ua/>
3. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbu.gov.ua/>
4. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://www.lib.rv.ua/>
5. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <https://lib.nuwm.edu.ua/>  
<https://lib.nuwm.edu.ua/index.php/korisni-posilannya/elektronni-biblioteki>
6. Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи. URL: <https://nuwm.edu.ua/nni-ba/kaf-vvbs>

### **Поєднання навчання та досліджень\* (за потреби)**

В процесі навчання здобувачі вищої освіти залучаються до реалізації наукових досліджень, зокрема за комплексною кафедральною тематикою «Інноваційні технології фізико-хімічного, біологічного очищення природних і стічних вод, ресурсощадні споруди й обладнання» (державний реєстраційний номер: № 0124U003933). Результати досліджень направлені на виконання майбутніх магістерських робіт, є основою виступів на конференціях і семінарах, а також статей у збірники наукових праць.

### **ПОЛІТИКИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ**

#### **Перелік соціальних, «м'яких» навичок (soft skills)**

Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами, обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, інновації та/або управління виробництвом і біотехнології.

#### **Дедлайни та перескладання**

Оголошення стосовно дедлайнів здачі частин навчальної дисципліни відповідно до політики оцінювання оприлюднюються на сторінці даної дисципліни на платформі MOODLE за календарем: <https://exam.nuwm.edu.ua/>

Ліквідація академічної заборгованості здійснюється згідно «Порядку ліквідації академічних заборгованостей у НУВГП», <http://ep3.nuwm.edu.ua/4273/> за яким і реалізується право здобувача на повторне вивчення дисципліни чи повторне навчання на курсі.

#### **Неформальна та інформальна освіта (за потреби)**

Можливе визнання (перезарахування) результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті згідно з відповідним Положенням про неформальну та інформальну освіту Національного університету водного господарства та природокористування: <http://ep3.nuwm.edu.ua/18660/>

Зокрема здобувачі вищої освіти можуть самотійно проходити онлайн-курси на таких навчальних платформах, як Prometheus, Coursera, edEx, edEra, FutureLearn та інших, для наступного перезарахування результатів навчання. При цьому важливо, щоб знання та навички, що формуються під час проходження певного онлайн-курсу чи його частин, мали зв'язок з очікуваними навчальними результатами даної дисципліни (освітньої програми) та перевірялись в підсумковому оцінюванні.

#### **Правила академічної доброчесності**

Здобувачі вищої освіти мають самостійно виконувати та подавати на оцінювання лише результати власних зусиль та оригінальної праці, що регламентовано «Кодексом честі студента» у НУВГП <http://ep3.nuwm.edu.ua/4917/> (<https://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnisti/>)

При порушенні правил поведінки здобувачем вищої освіти під час проходження підсумкових контролів адміністратор має право перервати спробу контролю та анулювати отриманий результат згідно із «Правилами поведінки під час семестрового контролю».

За списування під час виконання окремих завдань здобувачу вищої освіти знижується оцінка у відповідності до ступеня порушення академічної доброчесності.

Документи стосовно академічної доброчесності (про плагіат, порядок здачі курсових робіт, кодекс честі студентів, документи Національного агентства стосовно доброчесності) наведені на сторінці ЯКІСТЬ ОСВІТИ сайту: НУВГП <https://nuwm.edu.ua/sp/akademichna-dobrochesnisti/>

### **Вимоги до відвідування**

Лекції і практичні заняття будуть у режимі офлайн або онлайн за допомогою Google Meet за лінком: <https://meet.google.com/icm-xyst-cve>. Здобувачу вищої освіти не дозволяється пропускати заняття без поважних причин. Відпрацювання попуцених занять можливе у формі самостійного опрацювання та захисту на очних або дистанційних консультаціях на платформі Google Meet, графік яких оприлюднюються на сайті кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи (<https://nuwm.edu.ua/nni-ba/kaf-vvbs>) у вкладці «Консультації». У випадку пропуску пар здобувачі мають змогу переглянути навчальні матеріали на сторінці навчальної дисципліни в MOODLE: <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=680> Здобувачі можуть на заняттях використовувати мобільні телефони та ноутбуки, але виключно в навчальних цілях з даної дисципліни.

Автор  
професор кафедри водопостачання,  
водовідведення та бурової справи ОЛЕКСАНДР КВАРТЕНКО

Автор  
Професор

Олександр КВАРТЕНКО

Затверджено

Проректор з науково-педагогічної та  
навчальної роботи

Валерій СОРОКА



документ підписаний КЕП  
Номер документа СИЛ №600  
Підписувач Сорока Валерій Степанович  
Підписувач (дані КЕП):  
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000009B6C3700C8C2C100