

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЧНИЙ  
КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ І ЗООЛОГІЇ



СВЕРДЖУЮ

Декан біологічного факультету  
Л.О. Омелянчик

» вересня 2023

**БІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки магістра  
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища

Укладач: Домбровський К.О. к.б.н., доцент, доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри загальної та  
прикладної екології і зоології

Протокол № 1 від "19" 08 2023 р.  
Завідувач кафедри загальної та прикладної  
екології і зоології

О.Ф. Рильський

Ухвалено науково-методичною радою  
біологічного факультету

Протокол № 1 від "31" 08 2023 р.  
Голова науково-методичної ради  
біологічного факультету

Н.М. Пригула

Погоджено  
Гарант освітньої програми

Н.В. Воронова

2023 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

| 1   | 2   | 3   |  |
|---|---|---|--|
| Галузь знань, спеціальність, освітня програма<br>рівень вищої освіти                | Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі | Характеристика навчальної дисципліни                      |  |
|   |   | очна (денна) форма здобуття освіти                        | заочна (дистанційна) форма здобуття освіти |
| Галузь знань<br><u>10 Природничі науки</u>  | Кількість кредитів – 4  | Вибіркова   |  |
|   |   | Дисципліна вільного вибору студента в межах спеціальності |  |
| Спеціальність<br>101 Екологія   | Загальна кількість годин – 120  | Семестр:  |  |
|   |   | 3 -й  | 3 -й                                       |
| Освітньо-професійна програма<br>Екологія та охорона <u>навколишнього середовища</u> | Змістових модулів – 6   | Лекції  |  |
|   |   | 22 год.   | 8 год.                                     |
|   |   | Практичні   |  |
| Рівень вищої освіти:<br>магістерський   | Кількість поточних контрольних заходів – 12                                   | 10 год.   | 4 год.                                     |
|   |   | Самостійна робота   |  |
|   |   | 88 год.   | 108 год.                                   |
|   |   | Вид підсумкового семестрового контролю:<br>залік          |  |

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Біологічні методи очищення стічних вод» є надання здобувачам вищої освіти знань та практичних навичок щодо біологічних методів очищення промислових та комунальних стоків урбоєкосистем при використуванні сучасних біотехнологій у даній галузі, забезпечення безпеки поверхневих водних об'єктів України, захист навколишнього середовища.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Біологічні методи очищення стічних вод» є сформулювати уявлення щодо сучасних біологічних методах очищення стічних вод.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

**знати** загальні принципи біологічної очистки стічних вод, основні проблеми біологічних методів очищення води, методи очистки стічних вод від біогенних речовин, методи очищення поверхневих стічних вод, методи обробки утворюваного осаду, основні процеси самоочищення у природних водних екосистемах;

**вміти** використовувати оптимальні схеми нових біологічних методів для очистки забруднених вод певного складу, проводити визначення шляхів підвищення ефективності очищення стічних вод, визначати та аналізувати

показники екологічної ефективності біологічних методів при очищенні стічних вод, ставити та вирішувати задачі пов'язані з вибором схеми та методів обробки стічних та поверхневих стоків; утилізації вилучених зі стічних вод забруднень та осадів, розробляти та оформлювати технічну документацію з очистки стічних вод, утворення маловідходних та безстічних систем, здійснювати контроль роботи очисних споруд на основі даних аналізу параметрів їх роботи та спеціальних програм.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Біологічні методи очищення стічних вод» є: формування у студентів теоретичних знань і практичних умінь їх застосування для вирішення конкретних завдань, для самостійного розв'язання науково-дослідних проблем, що постають перед екологом як фахівцем в різних галузях народного господарства.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

| Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності   | Методи і контрольні заходи, що забезпечують досягнення результатів навчання та компетентностей                                     |
|---|--|
| <p>ІК. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій, які характеризуються комплексністю і невизначеністю умов та вимог.</p> <p>К1. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>К3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>К6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p>   | <p>Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний). Лекції, бесіди, спостереження, пояснення/ Метод проблемного викладу.</p> |
| <p>СК1. Обізнаність на рівні новітніх досягнень, необхідних для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.</p> <p>СК2. Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні екологічних проблем.</p> <p>СК7. Здатність до організації робіт, пов'язаних з оцінкою екологічного стану, захистом довкілля та оптимізацією природокористування, в умовах неповної інформації та суперечливих вимог.</p> <p>СК8. Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.</p> | <p>Дослідницький. Практичні роботи, досліди, індивідуальна домашня робота.</p>   |

|  |   |
|--|---|
| <p>СК9. Здатність самостійно розробляти екологічні проекти шляхом творчого застосування існуючих та генерування нових ідей.</p> <p>СК10. Здатність оцінювати рівень негативного впливу природних та антропогенних факторів екологічної небезпеки на довкілля та людину.</p>  |   |
| <p>ПР01. Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук про довкілля.</p> <p>ПР03. Знати на рівні новітніх досягнень основні концепції природознавства, сталого розвитку і методології наукового пізнання.</p> <p>ПР08. Уміти доносити зрозуміло і недвозначно професійні знання, власні обґрунтування і висновки до фахівців і широкого загалу.</p> <p>ПР10. Демонструвати обізнаність щодо новітніх принципів та методів захисту навколишнього середовища.</p> <p>ПР14. Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах.</p> <p>ПР 16. Вибирати оптимальну стратегію господарювання та/або природокористування в залежності від екологічних умов.</p> | <p>Дослідницький. Метод моделювання. Есе, доповіді, практичні роботи, індивідуальна дослідницька робота. Проблемний. Пошуковий.</p> |

**Міждисциплінарні зв'язки:** навчальна дисципліна «Біологічні методи очищення стічних вод» пов'язана із такими навчальними дисциплінами, як «Урбоекологія», «Екологія мікроорганізмів з основами мікробіології», «Загальна екологія та неоекологія», «Біотехнологічні аспекти раціонального природокористування», «Водопостачання та поліпшення якості води». Уміння, які студент отримав під час опанування дисципліни «Біологічні методи очищення стічних вод» будуть використанні під час виробничої практики.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1.

##### *Тема 1. Історія питання щодо очищення стічних вод.*

Історія розвитку біологічних методів очищення забруднених стічних вод. Науково-технічна революція та великі відкриття в біології, хімії, фізиці та інших науках. Питання щодо необхідності більш ширшого використання сучасних технологій для ефективного й інтенсивного очищення промислових стоків. Стічні води та їх характеристика. Мікроорганізми та їх роль в біологічному очищенні забруднених вод. Розкладання різних органічних речовин при розкладанні їх різними екологічними групами мікроорганізмів біоценозу. Основні внутрішньоводоймні процеси що проходять під час використання біологічних методів очищення стоків їх переваги та недоліки.

#### Змістовий модуль 2.

##### *Тема 2. Процеси самоочищення водних екосистем у біосфері.*

Самоочищення водних об'єктів, фізичне самоочищення, хімічне самоочищення, біохімічне самоочищення, евтрофікація. Біотичні та абіотичні фактори самоочищення. Самоочищення різних видів біосфери від діоксиду сірки за різними фізико-хімічними чи

біологічними процесами. Біологічне самоочищення водою та головні екологічні функції гідробіонтів – фільтраційна, нагромаджувальна, мінералізуюча та окислювальна.

*Тема 3. Вплив різних факторів на процеси біологічного очищення стічних вод.*

Сутність методу біологічного очищення стічних вод. Закономірності процесу біологічного очищення. Вплив температури води, величини рН, концентрації токсичних речовин, концентрації біомаси, перемішування та біогенних елементів (мікроелементів) на інтенсивність та ефективність біологічного очищення стічних вод.

### **Змістовий модуль 3.**

*Тема 4-5. Біотехнологія очищення води.*

Біотехнологія охорони довкілля від хімічного забруднення. Досягнення мікробіології, гідробіології та біотехнології останніх десятиліть щодо біологічного очищення стічних вод. Використання тих чи інших водних організмів (гідробіонтів), їх угруповань та комплексів – біоценозів. Біологічні процеси, що відбуваються у воді на всіх етапах проходження її крізь очисні споруди. Біоплівка та її характеристика. Переваги біологічної плівки під час біологічного очищення стічних вод. Проблеми біологічного очищення стічних вод міст і промислових підприємств – надходження токсичних для мікроорганізмів речовин (СПАР, іонів важких металів, антибіотиків та інших фармпрепаратів тощо), інгібування, спухання активного мулу, піноутворення, зростання витрат повітря на аерацію, витрат електроенергії тощо. Вдосконалення способів та прийомів культивування гідробіоценозів для аеробного очищення стічних і природних вод: біоплівки, активного мулу, аеробних спеціально адаптованих мікроорганізмів-деструкторів органічних сполук, іммобілізованих на носіях мікроорганізмів.

### **Змістовий модуль 4.**

*Тема 6-7. Інтенсифікація аеробного біологічного очищення стічних вод.*

Загальні відомості про аеробні методи очищення стічних вод. Природні умови протікання процесу біохімічної очистки. Проблеми біологічного очищення стічних вод за технологіями з використанням аеротенків та біофільтрів: переважання за органічною речовиною; надходження токсичних речовин (іонів важких металів, СПАР, антибіотиків тощо); залпові скиди виробничих стічних вод. Використання методів попередньої аерації та біокоагуляції стічних вод. Ксенобіотики. Мікроорганізми-деструктори природних і синтетичних органічних сполук. Кометаболізм. Селекція, подвійна селекція, адаптація, іммобілізація мікроорганізмів-деструкторів та їх використання в очищенні стічних вод. Аеробні методи біологічного очищення, їх використання в технологіях очищення міських і виробничих стічних вод промислових підприємств. Утворення біоплівки при аеробних методах очищення стічних вод. Очищення води в біофільтрах. Очищення стічних вод у біологічних ставках. Землеробські поля зрошування і поля фільтрації. Технологічні схеми установок.

### **Змістовий модуль 5.**

*Тема 8-9. Інтенсифікація анаеробного біологічного очищення висококонцентрованих стічних вод.*

Проблеми біологічного очищення стічних вод з високими концентраціями органічних речовин за показниками ХСК і БСК за технологіями з використанням аеротенків: переважання активного мулу за органічною речовиною, за сполуками Нітрогену і Фосфору; високий приріст активного мулу; зростання витрат повітря на аерацію і енергетичних витрат, що характерно для очищення стічних вод підприємств харчової, легкої, фармацевтичної та ін. галузей промисловості. Проблеми використання метантенків в технологіях очищення висококонцентрованих стічних вод. Новітні технології біологічного очищення з використанням анаеробних біореакторів з гранульованим мулом, анаеробних біологічних фільтрів, гібридних біореакторів і перспективи їх застосування. Шляхи використання анаеробних процесів для очищення висококонцентрованих за органічною

речовиною стічних вод. Вдосконалення способів та прийомів культивування гідробіоценозів для анаеробного очищення стічних вод: асоціації анаеробних бактерій метантенків; анаеробних спеціально адаптованих мікроорганізмів-деструкторів органічних сполук, анаеробного гранульованого активного мулу, іммобілізованих на носіях мікроорганізмів. Використання анаеробних біореакторів з носіями ВІЯ, UASB-реакторів в технологіях біологічного очищення стічних вод.

### **Змістовий модуль 6.**

*Тема 10-11. Очищення води за принципом біоконвеєра.*

Прямоточна багатоступінчаста система очищення води. Використання іммобілізованих мікроорганізмів та безхребетних обростання волокнистого носія в біологічних очисних спорудах. Використання вищих водних рослин (макрофітів) при біологічному очищенні стічних вод. Використання пігментсинтезувальних бактерій як індикаторів забруднення водного середовища в біотехнології очищення природної і стічної води. Основні сучасні теоретичні вимоги які висуваються для новітніх біотехнологій при біологічному очищення стічних вод. Постулати про просторову сукцесію мікроорганізмів (у процесі очищення води від розчинених органічних речовин). Постулати про трофічний ланцюг гідробіонтів при її біологічному очищенні від завислих органічних речовин.

## **4. Структура навчальної дисципліни**

| Змістовий модуль                        | Усього годин | Аудиторні (контактні) години |           |                       |          |           |          | Самостійна робота, год |           | Система накопичення балів |                           |           |
|---|--------------|------------------------------|-----------|-----------------------|----------|-----------|----------|------------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|-----------|
|   |              | Усього годин                 |           | Лекційні заняття, год |          | Практичні |          |                        |           | Теор. зав-ня, к-ть балів  | Практ. зав-ня, к-ть балів | усього    |
|   |              | д                            | з         | д                     | з        | д         | з        |                        |           |                           |                           |           |
| <b>1</b>                                | <b>2</b>     | <b>3</b>                     |           | <b>4</b>              | <b>5</b> | <b>6</b>  | <b>7</b> | <b>8</b>               | <b>9</b>  | <b>10</b>                 | <b>11</b>                 | <b>12</b> |
|   |              | д                            | з         |                       |          |           |          |                        |           |                           |                           |           |
| <b>1</b>                                | <b>15</b>    | <b>2</b>                     |           | <b>2</b>              |          |           |          | <b>13</b>              | <b>15</b> | <b>5</b>                  | <b>5</b>                  | <b>10</b> |
| <b>2</b>                                | <b>15</b>    | <b>6</b>                     |           | <b>4</b>              |          | <b>2</b>  |          | <b>9</b>               | <b>15</b> | <b>5</b>                  | <b>5</b>                  | <b>10</b> |
| <b>3</b>                                | <b>15</b>    | <b>6</b>                     | <b>2</b>  | <b>4</b>              | <b>2</b> | <b>2</b>  |          | <b>9</b>               | <b>13</b> | <b>5</b>                  | <b>5</b>                  | <b>10</b> |
| <b>4</b>                                | <b>15</b>    | <b>6</b>                     | <b>2</b>  | <b>4</b>              | <b>2</b> | <b>2</b>  |          | <b>9</b>               | <b>13</b> | <b>5</b>                  | <b>5</b>                  | <b>10</b> |
| <b>5</b>                                | <b>15</b>    | <b>6</b>                     | <b>4</b>  | <b>4</b>              | <b>2</b> | <b>2</b>  | <b>2</b> | <b>9</b>               | <b>11</b> | <b>5</b>                  | <b>5</b>                  | <b>10</b> |
| <b>6</b>                                | <b>15</b>    | <b>6</b>                     | <b>4</b>  | <b>4</b>              | <b>2</b> | <b>2</b>  | <b>2</b> | <b>9</b>               | <b>11</b> | <b>5</b>                  | <b>5</b>                  | <b>10</b> |
| Усього за змістові модулі               | <b>90</b>    | <b>32</b>                    | <b>12</b> | <b>22</b>             | <b>8</b> | <b>10</b> | <b>4</b> | <b>58</b>              | <b>78</b> | <b>30</b>                 | <b>30</b>                 | <b>60</b> |
| Підсумковий семестровий контроль екзаме | <b>30</b>    |                              |           |                       |          |           |          | <b>30</b>              | <b>30</b> |                           |                           | <b>40</b> |
| <b>Загалом</b>                          |              | <b>120</b>                   |           |                       |          |           |          |                        |           | <b>100</b>                |                           |           |

### 5. Теми лекційних занять

| № з/п        | Назва теми   | Кількість годин |            |
|--------------|--|-----------------|------------|
|              |  | о/д. ф          | з/дист . ф |
| 1            | Історія питання щодо очищення стічних вод.   | 2               |            |
| 2            | Процеси самоочищення водних екосистем у біосфері.                                  | 2               |            |
| 3            | Вплив різних факторів на процеси біологічного очищення стічних вод.                | 2               |            |
| 4            | Біотехнологія очищення води.   | 4               | 2          |
| 5            | Інтенсифікація аеробного біологічного очищення стічних вод.                        | 4               | 2          |
| 6            | Інтенсифікація анаеробного біологічного очищення висококонцентрованих стічних вод. | 4               | 2          |
| 7            | Очищення води за принципом біоконвеєра.  | 4               | 2          |
| <b>Разом</b> |  | <b>22</b>       | <b>8</b>   |

### 6. Теми практичних занять

| № з/п        | Назва теми  | Кількість годин |            |
|--------------|---|-----------------|------------|
|              |   | о/д. ф          | з/дист . ф |
| 1            | Зони санітарної охорони джерел водопостачання.                | 2               |            |
| 2            | Очисні споруди, принципи та методи їх роботи.                 | 2               |            |
| 3            | Екстенсивні та інтенсивні способи очищення стічних вод.       | 2               |            |
| 4            | Загальноміські очисні споруди та методи очищення стічних вод. | 2               | 2          |
| 5            | Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод.          | 2               | 2          |
| <b>Разом</b> |   | <b>10</b>       | <b>4</b>   |

### 7. Види і зміст поточних контрольних заходів

| № змістового модуля | Види поточних контрольних заходів                                    | Зміст поточного контрольного заходу  | Критерії оцінювання  | Усього балів |
|---------------------|--|--|--|--------------|
| 1                   | 2  | 3  | 4  | 5            |
| 1                   | <p>Опитування.</p> <p>Історія питання щодо очищення стічних вод.</p> | <p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Новий світогляд про походження життя на Землі.</li> <li>2. Роботи академіка Л.А. Кульського в галузі хімії і технології води.</li> <li>3. Роботи академіка А.Т. Пилипенка в галузі аналітичної хімії.</li> <li>4. Роботи академіків А.В. Думанського та Ф.Д. Овчаренка у теорії ліофільності дисперсних систем.</li> <li>5. Роботи членів-кореспондентів Академії наук О.Д. Куриленка з термодинаміки дисперсних систем та К.Є. Махоріна в галузі технології вуглецевих сорбентів.</li> <li>6. Вивчення мікробної деструкції синтетичних органічних речовин та розробка ефективних мікробіологічних процесів очищення води.</li> <li>7. Нова концепція одержання генетично безпечної питної води.</li> <li>8. Сучасні розробки та впровадження технологій та устаткування для одержання якісної питної води.</li> </ol> | <p><b>5 балів</b> – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.</p> <p><b>4 бали</b> – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим</p> <p><b>2-3 бали</b> – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може</p> <p><b>1 бал</b> – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.</p> | 5            |
|                     | Тестування   | <p>Вимоги до виконання та оформлення:</p> <p>Тестові завдання розміщені в системі Moodle ЗНУ, на сторінці дисципліни.</p>  | 5 тестових завдань – кожна правильна відповідь – 1 бал.  | 5            |



| Усього за ЗМ 1 | 2  |   |  | 10 |
|----------------|--|---|--|----|
| 2              | <p>Опитування.</p> <p>Процеси самоочищення водних екосистем у біосфері.</p> <p>Вплив різних факторів на процеси біологічного очищення стічних вод.</p> | <p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обґрунтувати аеробний і анаеробний процеси. Споживання і розчинність кисню у воді водойми.</li> <li>2. Дати оцінку БСК і ХСК, їхня характеристика.</li> <li>3. Визначити концентрацію загнивання.</li> <li>4. Обґрунтувати відносну стабільність стічних вод.</li> <li>5. Дати оцінку процесам самоочищення водоймищ. Розведення стічних вод у водоймах.</li> <li>6. Дати оцінку бактеріальному самоочищенню водойми.</li> <li>7. Обґрунтувати умови спуску стічних вод і види водойм культурно-побутового водокористання.</li> <li>8. Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод для водойм (баланс).</li> <li>9. Визначення необхідного ступеня очищення СВ за вмістом зважених речовин і по БСК<sub>повн</sub>.</li> <li>10. Визначення необхідного ступеня очищення СВ за споживанням розчиненого кисню.</li> </ol> | <p><b>5 балів</b> – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.</p> <p><b>4 бали</b> – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим</p> <p><b>2-3 бали</b> – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може</p> <p><b>1 бал</b> – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.</p> | 5  |
|                | <p>Практична робота 1</p> <p>Зони санітарної охорони джерел водопостачання.</p>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести оцінку екологічного стану Каховського водосховища до якого потрапляють стічні води промислових міст Запорізького регіону.</li> <li>2. Визначити санітарний стан води Каховського водосховища за гідрохімічними показниками.</li> </ol>   | <p>Виконання практичної роботи максимально оцінюється у 5 балів.</p> <p><b>5 балів</b> – практична робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було</p>  | 5  |

|                       |   |  |  |           |
|-----------------------|---|--|--|-----------|
|                       |   | 3. Зробити висновок щодо можливості скиду стічних вод у даний водний об'єкт.<br>(розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).  | дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.<br><b>4 бали</b> – при виконанні практичної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.<br><b>2-3 бали</b> – робота виконана на 30-50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.<br><b>1 бал</b> – робота виконана менш ніж на 10%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.   |           |
| <b>Усього за ЗМ 2</b> | <b>2</b>                                    |  |  | <b>10</b> |
| <b>3</b>              | Опитування.<br>Біотехнологія очищення води. | Питання для підготовки:<br>1. Обґрунтувати біологічне очищення в природних умовах. Сутність процесу.<br>2. Дати оцінку біологічного очищення в штучно створених умовах. Сутність процесу. Споруди.<br>3. Проаналізувати поля зрошення і поля фільтрації. Класифікація полів зрошення.<br>4. Обґрунтувати пристрій полів зрошення і фільтрації. Норма навантаження. Допоміжні споруди.<br>5. Дати оцінку методам біологічного очищення. Сутність.<br>6. Обґрунтувати сутність процесу очищення в аеротенках.<br>7. Активний мул. Склад його. Призначення і характеристики його стану.<br>8. Дати оцінку конструкції аеротенків, що розрізняються за структурою потоків.<br>9. Проаналізувати способи пневматичної аерації.<br>10. Обґрунтувати застосування біофільтрів, сутність процесу очищення. Класифікація біофільтрів.<br>11. Проаналізувати повне біологічне очищення стічних вод у одноступінчастій схемі аеротенків з регенерацією і без регенерації. | <b>5 балів</b> – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.<br><b>4 бали</b> – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим<br><b>2-3 бали</b> – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може<br><b>1 бал</b> – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і | <b>5</b>  |

|                       |  |  |  |           |
|-----------------------|--|--|--|-----------|
|                       |  |  | явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.   |           |
|                       | Практична робота 2<br>Очисні споруди,<br>принципи та методи їх роботи.     | 1. Дайте визначення термінам активний мул, метантенки, біофільтрація.<br>2. Заповнити таблицю 1 – Методи контролю за якістю води.<br>3. Скласти класифікацію методів очистки стічних вод.<br>(розміщено в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).   | Виконання практичної роботи максимально оцінюється у 5 балів.<br><b>5 балів</b> – практична робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.<br><b>4 бали</b> – при виконанні практичної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.<br><b>2-3 бали</b> – робота виконана на 30-50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.<br><b>1 бал</b> – робота виконана менш ніж на 10%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.  | 5         |
| <b>Усього за ЗМ 3</b> | <b>2</b>   |  |  | <b>10</b> |
| <b>4</b>              | Опитування.<br>Інтенсифікація аеробного біологічного очищення стічних вод. | Питання для підготовки:<br>1. Охарактеризуйте принципи біологічного очищення промислових та побутових стічних вод?<br>2. На яких біотехнологічних процесах базується біоочищення стічних вод?<br>3. Які речовини-забруднювачі можуть міститись у промислових і побутових стічних водах?<br>4. Які біохімічні процеси лежать в основі біоочищення стічних вод?<br>5. Які групи мікроорганізмів зазвичай заселяють біоценози очисних споруд?<br>6. Які фізіологічні особливості представників біоценозу використовують у системі біоочищення стічних вод?<br>7. Від яких факторів залежить ефективність аеробних методів очищення стічних вод? | <b>5 балів</b> – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.<br><b>4 бали</b> – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в | 5         |

|                       |  |   |   |           |
|-----------------------|--|---|---|-----------|
|                       |  |   | <p>стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим</p> <p><b>2-3 бали</b> – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може</p> <p><b>1 бал</b> – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.</p> |           |
|                       | Практична робота 3<br>Екстенсивні та інтенсивні способи очищення стічних вод.        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте визначення термінам біологічна плівка, поля фільтрації, біоплато.</li> <li>2. Заповнити Таблицю 1 – Інтенсивні способи очистки стічних вод.</li> <li>3. Поясніть, чим відрізняється спосіб очистки стічних вод у біоконвеєрах від інших методів.</li> <li>4. Охарактеризуйте переваги очистки стічних вод у біоконвеєрах.</li> </ol> <p>(данні розміщені в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).</p> | <p>Виконання практичної роботи максимально оцінюється у 5 балів.</p> <p><b>5 балів</b> – практична робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.</p> <p><b>4 бали</b> – при виконанні практичної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.</p> <p><b>2-3 бали</b> – робота виконана на 30-50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.</p> <p><b>1 бал</b> – робота виконана менш ніж на 10%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.</p>  | 5         |
| <b>Усього за ЗМ 4</b> | <b>2</b>   |   |   | <b>10</b> |
| <b>5</b>              | Опитування.<br>Інтенсифікація анаеробного біологічного очищення висококонцентрованих | <p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Який принцип та яка ефективність анаеробних методів очищення стічних вод?</li> <li>2. Чим відрізняється процес амоніфікації стічних вод від їхньої денітрифікації?</li> </ol>  | <p><b>5 балів</b> – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях,</p>  | 5         |

|  |   |  |  |   |
|--|---|--|--|---|
|  | стічних вод.  | <p>3. Які основні показники біохімічного очищення стічних вод?</p> <p>4. Що являють собою біофільтри в очисних спорудах, яка їх принципова схема та практичне використання?</p> <p>5. Коли для очищення стоків використовують метантенки?</p> <p>6. Від яких параметрів залежить ефективність роботи метантенків?</p> <p>7. Яка принципова різниця між метантенками й аеротенками?</p> <p>8. Які споруди для біоочищення стічних вод найбільш ефективні?</p>   | <p>здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.</p> <p><b>4 бали</b> – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим</p> <p><b>2-3 бали</b> – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може</p> <p><b>1 бал</b> – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.</p> |   |
|  | Практична робота 4<br>Загальноміські очисні споруди та методи очищення стічних вод. | <p>1. Вивчити особливості біологічного очищення господарсько-побутових стічних вод в умовах загальноміських очисних споруд.</p> <p>2. Розрахувати місткість аеротенка очисних споруд міста для очищення стічних вод.</p> <p>3. Замалювати технологічні схеми очисних споруди типу біоплато:<br/>А – інфільтраційне біоплато і Б – поверхневе біоплато та пояснити принцип роботи цих очисних споруд. (данні розміщені в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни).</p> | <p>Виконання практичної роботи максимально оцінюється у 5 балів.</p> <p><b>5 балів</b> – практична робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.</p> <p><b>4 бали</b> – при виконанні практичної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.</p>  | 5 |

|                       |  |  |  |           |
|-----------------------|--|--|--|-----------|
|                       |  |  | <p><b>2-3 бали</b> – робота виконана на 30-50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.</p> <p><b>1 бал</b> – робота виконана менш ніж на 10%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.</p>   |           |
| <b>Усього за ЗМ 5</b> | <b>2</b>   |  |  | <b>10</b> |
| <b>6</b>              | Опитування.<br>Очищення води за принципом біоконвеєра. | <p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Біоценози зооперифітону у системі очищення забруднених вод.</li> <li>2. Теоретичне обґрунтування прямоотечіної біоконвеєрної біотехнології.</li> <li>3. Пояснити яка роль іммобілізованих мікроорганізмів та гідробіонтів при очищенні води.</li> <li>4. Основні проблеми біологічних методів очищення води.</li> <li>5. Біотехнології води на відкритому повітрі.</li> <li>6. Використання біоконвеєрної біотехнології для очищення промислових стічних вод від нафтопродуктів.</li> <li>7. Приклади використання волокнистого носія типу «ВІЯ» для очищення стічних вод промислових підприємств.</li> </ol> | <p><b>5 балів</b> – здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.</p> <p><b>4 бали</b> – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим</p> <p><b>2-3 бали</b> – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може</p> <p><b>1 бал</b> – відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії.</p> | <b>5</b>  |

|   |  |   |   |           |
|---|--|---|---|-----------|
|   | Практична робота 5<br>Розрахунок<br>необхідного ступеня<br>очищення стічних вод. | 1. Розрахувати необхідний ступень очищення стічних вод перед скидом їх до природного водного об'єкта.<br>2. Визначити гранично-допустиму концентрацію завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається в річку.<br>(данні розміщені в СЕЗН ЗНУ, на сторінці дисципліни). | Виконання практичної роботи максимально оцінюється у 5 балів.<br><b>5 балів</b> – практична робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні практичної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.<br><b>4 бали</b> – при виконанні практичної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.<br><b>2-3 бали</b> – робота виконана на 30-50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно.<br><b>1 бал</b> – робота виконана менш ніж на 10%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно. | 5         |
| <b>Усього за ЗМ 6</b>                           | <b>2</b>   |   |   | <b>10</b> |
| <b>Усього за змістові модулі контр. заходів</b> | <b>12</b>  |   |   | <b>60</b> |

### 8. Підсумковий семестровий контроль

| Форма | Види підсумкових контрольних заходів | Зміст підсумкового контрольного заходу  | Критерії оцінювання   | Усього балів |
|-------|--------------------------------------|---|---|--------------|
| 1     | 2                                    | 3   | 4   | 5            |
| Залік | Тестування у системі СЕЗН ЗНУ        | Підготовка до заліку здійснюється за навчальним матеріалом усього курсу (питання див. Розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни)  | Виконання тестових завдань відбувається на сторінці дисципліни в СЕЗН ЗНУ. Із банку тестових завдань СЕЗН ЗНУ для кожного здобувача освіти випадковим чином обирається 20 тестових завдань. За кожну вірну відповідь на тестове завдання здобувач освіти отримує 1 бал.   | 20           |
|       | Індивідуальні дослідницькі завдання  | Завдання повинні містити аналіз сучасного стану обраного питання. Виконуються у вигляді доповіді та презентації. Обсяг доповіді ІДЗ повинен бути розрахований на 7-10 хв. Доповідь повинна складатися зі вступу, в якому висвітлена актуальність, мета дослідження, завдання, об'єкт та предмет (1-2 хв.) повне висвітлення питань, висновки та додається список використаних джерел. Презентація ІДЗ повинна містити графіки, таблиці та рисунки та складатися з 15-20 слайдів.<br>ІДЗ повинно бути виконано протягом семестру, та представлено до захисту до початку залікового тижня.<br>Питання для виконання ІДЗ обираються відповідно до номера прізвища студента у журналі академічної групи.<br>Орієнтовні питання для виконання завдання викладено на сторінці СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle. | <b>19-20 балів</b> – здобувачі освіти самостійно виконали понад 90% завдань, під час виконання роботи виявили усебічні, систематичні та глибокі знання програмного матеріалу з дисципліни, уміння ставити мету і формулювати завдання досліджень; творчі здібності у розумінні та використанні програмного матеріалу для виконання поставлених мети та завдань; чітко, логічно, послідовно викладати матеріал; робити обґрунтовані висновки. Під час захисту індивідуального завдання надавали вичерпні, аргументовані та цілісні відповіді на всі запитання. Робота оформлена акуратно, відповідно до поставлених вимог.<br><b>17-18 балів</b> – здобувачі освіти виконали не менше 90% завдань, завдання роботи виконані достатньо грамотно, але є декілька (1-3) несуттєвих помилок. Під час виконання роботи здобувачі освіти виявили знання і розуміння програмного матеріалу з дисципліни в повному обсязі, уміння ставити мету і формулювати завдання досліджень; творчий підхід до виконання поставлених мети та завдань; логічно, послідовно викладати матеріал; робити обґрунтовані висновки. Під час захисту | 20           |



| Форма | Види підсумкових контрольних заходів | Зміст підсумкового контрольного заходу | Критерії оцінювання  | Усього балів |
|-------|--------------------------------------|--|--|--------------|
| 1     | 2                                    | 3                                      | 4  | 5            |
|       |                                      |  | <p>індивідуального завдання загалом надавали аргументовані, без суттєвих помилок, відповіді на всі запитання. У цілому робота оформлена акуратно, але наявні незначні неточності в її оформленні та презентації.</p> <p><b>15-16 балів</b> – здобувачі освіти виконали не менше 80% завдань, завдання роботи виконані достатньо грамотно, але є декілька (до 5) несуттєвих помилок. Під час виконання роботи здобувачі освіти виявили знання і розуміння програмного матеріалу з дисципліни з основних розділів, уміння ставити мету і формулювати завдання досліджень; логічно, послідовно викладати матеріал; робити висновки. Під час захисту індивідуального завдання відповідали достатньо грамотно, але припускались однієї-двох непринципових помилок. Робота оформлена акуратно, але наявні незначні неточності в її оформленні.</p> <p><b>13-14 балів</b> – здобувачі освіти виконали завдання не в повному обсязі, але не менше 70%. Під час виконання роботи виявили знання й розуміння основних положень дисципліни; завдання виконали неповно, непослідовно; наявні неточності та помилки у змісті та оформленні роботи. Здобувачі освіти виявляють знання й розуміння основних положень матеріалу, але надають неповні, непослідовні відповіді. Під час захисту індивідуального завдання демонстрували недостатньо глибокі знання з досліджуваної теми, припускаючись не відповідностей у визначенні понять, неповно або недостатньо аргументовано</p> |              |

| Форма                                      | Види підсумкових контрольних заходів | Зміст підсумкового контрольного заходу | Критерії оцінювання  | Усього балів |
|--|--------------------------------------|--|--|--------------|
| 1  | 2                                    | 3                                      | 4  | 5            |
|  |                                      |  | <p>відповідали на запитання.</p> <p><b>10-12 балів</b> – здобувачі освіти виконали завдання не в повному обсязі, але не менше ніж на 60%; у роботі присутні принципові помилки в оформленні. Під час виконання роботи виявили знання й розуміння основних положень матеріалу з дисципліни. Під час захисті та підготовці презентації продемонстрували поверхневі знання з досліджуваної теми, відповідали неповно, непослідовно, припускаючись не відповідностей у визначенні понять, не вміє переконливо обґрунтувати свою думку.</p> <p><b>0-9 балів</b> – здобувачі освіти виконали понад 50% завдань. Під час виконання роботи припускалися принципових помилок при розв'язанні завдань. Робота оформлена зі значними порушеннями вимог. Необхідна досконала переробка роботи. Під час захисту здобувачі освіти виявили поверхові знання і розуміння основного програмового матеріалу в обсязі, який не дозволяє засвоювати наступний програмний матеріал; не відповідає на основні запитання.</p> |              |
| Усього за підсумковий семестровий контроль | 2                                    |  |  | <b>40</b>    |

## 9. Рекомендована література

### Основна :

1. Гвоздяк П. І. Біохімія води. Біотехнологія води (автомонографія). Київ : Видавничий дім Києво Могилянська академія, 2019. 228 с.
2. Петрушка І. М., Ріпак Н. С., Гивлюд А. М., Шибанова А. М. Екологія поверхневих вод. навч. посіб. Львів :Видавництво Львівської політехніки, 2019. 156 с.
3. Трус І. М., Галиш В. В., Скиба М. І., Радовенчик Я. В., Гомеля М. Д. Нові високоефективні методи очищення води від розчинних та нерозчинних поллютантів : монографія. Київ : Кондор, 2020. 272 с.

### Додаткова :

1. Домбровський К.О., Рильський О.Ф. Урбоекологія : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Екологія», освітньо-професійної програми «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 124 с.
2. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод : Монографія. Рівне : НУВГП, 2013. 292 с.
3. Кононцев С. В., Саблій Л.А., Гроховська Ю.Р. Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів : Монографія. Рівне : НУВГП, 2011. 151 с.
4. Рильський О.Ф., Домбровський К.О., Дударєва Г.Ф. Промислова біотехнологія. Курс лекцій для студентів 5–6 курсів біологічного факультету денного та заочного відділень. Запоріжжя : ЗНУ, 2010. 126 с.
5. Костюченко Н.І. Біотехнологічні аспекти раціонального природокористування: навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра на пряму підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя : ЗНУ, 2018. 116 с.
6. Dombrovskiy K.O., Rylskiy A.F., Gvozdiak P.I., Sherstoboieva O.V., Petruscha Yu.Yu. Distribution of inorganic nitrogen compounds in purification of storm wastewater of the engine-building manufactory. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. № 2. P. 112–118.
7. Dombrovskiy K.O., Gvozdyak P.I. Biological afterpurification of industrial Sewage from hexamethylene diamine using Periphyton communities on the «VIYA» fibrous carrier and on the root system of *Eichhornia crassipes*. *Hydrobiol. Journal*. 2018. Vol. 54. № 4. P. 63–71.
8. Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І. Природоохоронні технології. Частина 2 : Методи очищення стічних вод : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2014. 258 с.
9. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Безвозюк І.І., Петрук Р.В., Турчик П.М. Природоохоронні технології. Частина 3 : Методи переробки осадів стічних вод : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 324 с.
10. Горова А.В., Лисицька С.М., Павличенко А.В., Скворцова Т.В. Біотехнології в екології : навчальний посібник. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
11. Капрельянц Л.В. Теоретичні основи біотехнології : навчальний посібник. Харків : Факт, 2020. 291 с.
12. Романенко В.Д., Крот Ю.Г., Киризія Т.Я. та ін. Природні і штучні біоплато : фундаментальні і прикладні аспекти : монографія [Текст]. Київ : Наук. думка, 2012. 110 с.
13. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Іванова Т.В. Екологічні біотехнології : теорія і практика : навчальний посібник. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 254 с.
14. Пляцук Л.Д., Черниш Є.Ю. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2018. 293 с.
15. Гвоздяк П. За принципом біоконвеєра. *Вісник НАН України*. 2003, № 3. С. 29–36.

16. Rylsky A.F., Dombrovskii K.O., Krupeu K.S., Petrusha Yu.Yu. Biological Treatment of Storm Wastewater at Industrial Enterprise Using the Immobilized Microorganisms and Hydrobionts. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2016. Vol. 38. № 4. P. 232–237.
17. Rylsky A.F., Dombrovskii K.O., Gvozdyak P.I. Biocleaning stormwater of the engineering plant by the immobilized microorganisms and hydrobionts. «Water Supply and Wastewater Removal»: Monografie. Lublin: Lublin University of Technology. Poland, 2016. P. 172–182.
18. Dombrovskiy K.O., Gvozdyak P.I. Biological afterpurification of industrial Sewage from hexamethylene diamine using Periphyton communities on the «VIYA» fibrous carrier and on the root system of *Eichhornia crassipes*. *Hydrobiol. Journal*. 2018. Vol. 54. i. 4. P. 63–71.
19. Rylskiy O., Dombrovskiy K., Gvozdyak P. Efficiency of fibrous carrier use in biotechnologically intensified process of additional treatment of industrial wastewater from petroleum products. *Environmental problems*. 2018. Vol. 3. No. 3. P. 167–172.
20. Dombrovskiy K., Rylskiy O., Gvozdyak P., Krupeu K. Identifying the potential of using the immobilized microorganisms and organism contained in periphyton installed on a fibrous carrier of the «VIYA» type for the biological treatment of industrial wastewater discharged by the enterprises of the mining and metallurgical complex. *Environmental problems*. 2019. Vol. 4. No. 4. P. 185–190.

### **Інформаційні джерела :**

1. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <http://www.menr.gov.ua>
2. Правила охорони поверхневих вод URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002400-91#Text>
3. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>
4. Каталог Українських Web-ресурсів з екології. URL: <http://catalog.uintei.kiev.ua/index.php>.
5. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського URL: <http://www.nbuv.gov.ua>
6. Всеукраїнська екологічна ліга. URL: <http://www.ecoleague.net>.
7. Міжнародний науковий журнал «Екологія та ноосферологія». URL: <http://uenj.cv.ua>.
8. Сайт Національного університету водного господарства та природокористування URL: <https://www.facebook.com/www.nuwm.edu.ua/>
9. Сайт Наукової бібліотеки ЗНУ. URL: <http://library.znu.edu.ua/>.
10. Адреса дисципліни СЕЗН ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9051>