



## «ЕКОБІОТЕХНОЛОГІЯ»

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 «Хімічна та біоінженерія»</i>
Спеціальність	<i>162 – Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/ МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 10 год за семестр; практичні заняття: 6 год за семестр, згідно розкладу</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор техн. наук, професор Саблій Лариса Андріївна larisasabliy@ukr.net; 099-281-09-91 (Телеграм) Практичні: доктор техн. наук, професор Саблій Лариса Андріївна</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom. Код курсу tkfsetu</i>

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Біотехнологія є однією з найбільш перспективних і швидко прогресуючих галузей науково-технічної та промислової діяльності у розвинутих країнах світу. З розвитком біотехнології тісно пов'язано вирішення низки болючих соціальних, енергетичних, сировинних, продовольчих та екологічних проблем. Однією з найбільш важливих областей застосування біотехнології є охорона навколишнього середовища та впровадження екологічних біотехнологій. Сучасний стан навколишнього середовища України потребує нового підходу до вирішення екологічних проблем та застосування передових технологій знешкодження відходів, очищення водних ресурсів і ґрунтів з використанням екобіотехнологій. Такий підхід буде формувати у студентів-бакалаврів здатність до правильного пояснення явищ та застосування екобіотехнологій, формулювання можливих проблем та планування необхідних дій, пошуку ефективних та економічних рішень, критично оцінювати одержані результати для вибору доцільнішої біотехнології для вирішення конкретної екологічної проблеми, розробки нових та вдосконалення існуючих екобіотехнологій.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей до аналізу можливості використання сучасних, існуючих у всесвітній практиці, біологічних технологій для вирішення цілої низки нагальних екологічних проблем.

**Основні завдання дисципліни:** вибір біотехнологій для вирішення екологічних проблем; видів, типів і властивостей біологічних компонентів, що використовуються, та механізмів їх дії у певному процесі; шляхів реалізації та запровадження екобіотехнологій.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни, студенти після засвоєння дисципліни повинні отримати такі **здатності**:

- оволодіння здатністю до застосування методів екобіотехнології для очищення стічних вод, ґрунту, повітря, знешкодження твердих відходів та залишків виробництв, бактеріального вилуговування мінеральної сировини;

- отримання відомостей про методи одержання біодобрив та біопестицидів, методи переробки біомаси для виробництва лікарських препаратів, харчових добавок, альтернативних джерел відновлювальної енергії та біопалива.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни, студенти після засвоєння дисципліни повинні продемонструвати такі **результати навчання**:

- вміти відбирати і аналізувати необхідну інформацію для вирішення певної екологічної проблеми;
- вміти формулювати задачі вирішення певної екологічної проблеми та розробляти шляхи її вирішення на основі існуючих екобіотехнологій;
- вміти практично вирішувати певну екологічну проблему із застосуванням екобіотехнологій;
- вміти аналізувати процес усунення екологічної проблеми на основі екобіотехнологій;
- вміти характеризувати механізм дії запропонованої екобіотехнології.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні дисциплін: аналітична та неорганічна хімія, біохімія та біофізика. Використовується при виборі технологічних рішень для переробки відходів, біологічного очищення води і стічних вод, очищення ґрунтів, одержання енергоносіїв з відходів тощо.

### ***Зміст навчальної дисципліни***

#### **Розділ 1. Вступ. Біологічне очищення.**

##### **Тема 1.1. Вступ.**

Екологічна біотехнологія – завдання, об'єкти, використання.

##### **Тема 1.2. Біологічне очищення.**

Характеристика та поняття біологічного очищення. Мікроорганізми в екобіотехнології – характеристика, роль та використання.

#### **Розділ 2. Біологічне очищення ґрунту, води.**

##### **Тема 2.1. Біологічне очищення ґрунту.**

Основні біологічні характеристики ґрунту та методи його біологічного очищення. Застосування та приклади. Біопестициди та біодобрива. Поняття про біопестициди та біодобрива. Біопестициди на основі бактерій, грибів та вірусів. Майбутнє біопестицидів.

##### **Тема 2.2. Біологічне очищення води і стічних вод.**

Основи біологічного очищення води. Показники якості та забрудненості води. Огляд основних біотехнологій очищення води. Біологічні аспекти очищення стічної води за допомогою активного мулу. Способи переробки, обеззараження та використання активного мулу.

#### **Розділ 3. Біотехнології переробки біомаси, одержання біоетанолу, біодизелю, біоводню.**

##### **Тема 3.1. Біотехнології переробки біомаси.**

Поняття біомаси та її властивості. Огляд основних технологій використання біомаси. Застосування та приклади.

**Тема 3.2. Біотехнології одержання біоетанолу, біодизелю, біоводню.**

Огляд основних технологій використання біомаси. Застосування та приклади. Технології виробництва біопалив та перспективи їх застосування.

**Розділ 4. Біологічне знешкодження твердих відходів та залишків виробництв.**

**Тема 4.1. Біотехнології переробки відходів.**

Основи біологічної переробки відходів. Особливості та застосування аеробної та анаеробної переробки відходів. Технології отримання корисних речовин з різноманітних відходів.

**Тема 4.2. Біотехнології переробки побутових відходів на звалищах.**

Склад твердих побутових відходів та стратегія їх розміщення. Біодеградація твердих відходів. Способи ліквідації токсичних та небезпечних відходів.

**Розділ 5. Бактеріальне вилуговування мінеральної сировини.**

**Тема 5.1. Бактеріальне вилуговування мінеральної сировини.**

Основи бактеріального вилуговування. Вилуговувальні мікроорганізми. Промислове застосування бактеріального вилуговування та біоекстрактивної металургії.

**Тема 5.2. Біопошкодження матеріалів.**

Основні поняття та визначення біопошкодження. Класифікація процесів біопошкодження. Матеріали, схильні до біопошкодження.

**4. Навчальні матеріали та ресурси**

**Рекомендована література**

**Базова:**

1. Швед О.В., Миколів О.Б., Комаровська – Порохнявець О.З., Новіков В.П. / Екологічна біотехнологія: Навч. посібник: у 2 кн. Кн I - Л.: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – Кн. I - 424 с., Кн. II - 368 с.
2. Кононцев С. В., Саблій Л.А., Гроховська Ю.Р. Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2011. – 151 с.

**Допоміжна:**

3. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні та управління безпекою праці / Саблій Л.А., Бунчак О.М., Жукова В.С., Россінський В.М. // Підручник для студ. ВНЗ спец. «Біотехнології та біоінженерія» рекомендовано Вченою радою НТУУ «КПІ» / Під ред. Л.А. Саблій – Рівне: НУВГП, 2016 - 356 с.
4. 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.
5. Запольський А.К., Мешикова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздяк П.І., Князькова Т.В. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. - К.: «Лібра». - 2000. - 552с.
6. Антипчук А.Ф., Кіреєва І.Ю. Водна мікробіологія. Навч. посібник., - К.: Кондор, 2005. - 256 с.
7. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія та

- практикум. Навч. пос. – К.: Лібра, 2002. – 352 с.
8. Біологічний азот: Монографія / В.П. Патики, С.Я. Коць, В.В. Волокогон та ін. За ред. В.П. Патики – К.: Світ, 2003. – 424 с.
  9. Гутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія. Навч. посібник., - К.: Арістей, 2006. – 284 с.
  10. Запольський А. К. Водопостачання та водовідведення. - К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
  11. Мацнєв А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля / Навч. посібник для студ. вищих навч. закладів. – Рівне: ВАТ “Рівненська друкарня”. – 2000. - 504 с.
  12. Мацнєв А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля. – Рівне: ВАТ “Рівненська друкарня”, 2002. - 462 с.
  13. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. - Рівне: НУВГП, 2013. – 292 с.
  14. Мацнєв А.І., Саблій Л.А. Водовідведення на промислових підприємствах / Навчальний посібник для студ. вищих навчальних закладів. – Рівне: РДТУ. – 1998. - 219 с.
  15. Sablii L., Obodovich O., Sydorenko V., Korenchuk M. Iron ions removal from wastewater by aquatic plant “Lemna minor” Water Supply and Wastewater Disposal. Designing, Construction, Operation and Monitoring. – Monografie / Edited by Henrik Sobchak, Beata Kowalska. – Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej. – Lublin, 2020. – pp. 280-292. ISBN: 978-83-7947-409-7 [www.biblioteka.pollub.pl/wydawnictwa](http://www.biblioteka.pollub.pl/wydawnictwa)
  16. Саблій Л.А., Жукова В.С. Технологія очищення стічних вод фармацевтичних підприємств від антибіотиків / Перспективні матеріали та інноваційні технології: Біотехнологія, прикладна хімія та екологія: колективна монографія / за заг. ред. О.Р. Мокроусової, Київ, КНУТД: вид-во «Світ Успіху», 2020, 492 с. Розділ 3.1. – С. 372-384. ISBN 978-617-7324-38-5.
  17. Sablii L., Korenchuk M., Kozar M. The influence of nitrate on the phosphate removal from wastewater in activated sludge treatment process / *Biotechnologia acta*, V. 12, No 4, 2019. P. 50-56. <https://doi.org/10.15407/biotech12.04.050>
  18. Sablii L., Kuzminskiy Y., Gvozdyak P., Łagód G. Anaerobic and aerobic treatment of wastewater of milk plants [Електронний ресурс] Society of Ecological Chemistry and Engineering (SEChE), *Proceeding of ECOpole*. – 2009. - Vol. 3. - No. 2. - P. 373-378. - Режим доступу до журн.: [http://tchie.uni.opole.pl/ecoproc09b/SabliiKuziminskiy\\_PECO09\\_2.pdf](http://tchie.uni.opole.pl/ecoproc09b/SabliiKuziminskiy_PECO09_2.pdf)
  19. Sablii L., Korenchuk M. Usage of Lemna minor for malt plant wastewater treatment from ferrum compounds / *Biotechnologia acta*, v. 13, No 1, 2020. – P. 56-63.
  20. Treatment of recirculating water of industrial fish farms in phytoreactor with Lemnoideae / S. Kopontsev, L. Sablii, M. Kozar, N. Korenchuk // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2017. - № 5/10 (89). – С. 61-66.
  21. Саблій Л.А. Нові технології біологічного очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод / Л.А. Саблій, Є.В. Кузьмінський, В.С. Жукова, М.Ю. Козар М.Ю. // *Водопостачання та водовідведення: виробн.-практ. журнал*. – 2014. - № 3. – С. 24-33.
  22. Саблій Л.А., Бойчук С.Д. Очищення стічних вод від органічних речовин в біореакторах з іммобілізованими мікроорганізмами / *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки* : Наук.-техн зб. Вип. 21 / Гол. ред. А.М. Тугай. – К. КНУБА, 2013. – С. 110-114.
  23. Sablii L., Zhukova V. Effective technology of pharmaceutical enterprises wastewater local treatment from antibiotics / *Biotechnologia acta*, v. 13, No 3, 2020. – P. 81-88.

24. Саблій Л.А. Нові технології біологічного очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод / Л.А. Саблій, Є.В. Кузьмінський, В.С. Жукова, М.Ю. Козар М.Ю. // Водопостачання та водовідведення: виробн.-практ. журнал. – 2014. - № 3. – С. 24-33.

Інформаційні ресурси:

25. <http://uecr.gov.ua/> - Укррекоресурси.  
26. <http://zakon3.rada.gov.ua/> – закон про відходи.  
27. Правила охорони поверхневих вод <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002400-91#Text>

5.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Лекційні заняття**

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда); інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять, розробка і застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань, і ін.).

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<p><b>Лекція 1. Вступ. Біологічне очищення.</b>                      Екологічна біотехнологія – завдання, об'єкти, використання. Біологічне очищення. Характеристика та поняття біологічного очищення. Мікроорганізми в екобіотехнології – характеристика, роль та використання.                      Література: (1); (2).</p>
2	<p><b>Лекція 2. Біологічне очищення ґрунту, води.</b>                      Біологічне очищення ґрунту. Основні біологічні характеристики ґрунту та методи його біологічного очищення. Застосування та приклади. Біопестициди та біодобрива. Поняття про біопестициди та біодобрива. Біопестициди на основі бактерій, грибів та вірусів. Майбутнє біопестицидів. Біологічне очищення води і стічних вод.                      Основи біологічного очищення води. Показники якості та забрудненості води. Огляд основних біотехнологій очищення води. Біологічні аспекти очищення стічної води за допомогою активного мулу. Способи переробки, обеззараження та використання активного мулу.                      Література: (1); (2).</p>
3	<p><b>Лекція 3. Біотехнології переробки біомаси, одержання біоетанолу, біодизелю, біоводню.</b>                      Біотехнології переробки біомаси. Поняття біомаси та її властивості. Огляд основних технологій використання біомаси. Застосування та приклади. Біотехнології одержання біоетанолу, біодизелю, біоводню. Огляд основних технологій використання біомаси. Застосування та приклади. Технології виробництва біопалив та перспективи їх застосування.                      Література: (1); (2).</p>
4	<p><b>Лекція 4. Біологічне знешкодження твердих відходів та залишків виробництв.</b>                      Біотехнології переробки відходів. Основи біологічної переробки відходів. Особливості та застосування аеробної та анаеробної переробки відходів. Технології отримання корисних речовин з різноманітних відходів. Біотехнології переробки побутових відходів на звалищах. Склад твердих побутових відходів та стратегія їх розміщення. Біодеградація твердих відходів. Способи ліквідації токсичних та небезпечних відходів.                      Література: (1); (2).</p>
5	<p><b>Лекція 5. Бактеріальне вилуговування мінеральної сировини.</b>                      Бактеріальне вилуговування мінеральної сировини. Основи бактеріального вилуговування. Вилуговувальні мікроорганізми. Промислове застосування бактеріального вилуговування та біоекстрактивної металургії. Біопошкодження матеріалів. Основні поняття та визначення біопошкодження. Класифікація процесів біопошкодження. Матеріали, схильні до біопошкодження.                      Література: (1); (2).</p>

## Практичні заняття

Основними завданнями циклу практичних занять з дисципліни «Екобіотехнологія» є поглиблення розуміння студентами лекційного матеріалу, формування у студентів вміння розв'язувати прикладні завдання, пов'язані з вибором та використанням на практиці екобіотехнологій, методів моніторингу довкілля.

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань).

№ з/п	Назва теми заняття
1	<b>Біологічне очищення стічних вод за допомогою активного мулу.</b> Технології біологічного очищення стічних вод. Способи формування та забруднення стічних вод. Характеристика складу забруднюючих речовин стічних вод. Характеристика активного мулу. Індикаторні організми активного мулу. Огляд основних біотехнологій очищення стічних вод. Норми та стандарти очищення стічних вод в Україні. <i>Література: (2); (3).</i>
2	<b>Модульна контрольна робота</b>
3	<b>Залік</b>

## **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (16 годин), модульної контрольної роботи (2 години), підготовку до заліку (6 годин) та самостійне вивчення певних тем, перелік яких наводиться нижче (80 годин).

№ з/п	Назва теми заняття	Кількість годин СРС
1	<b>Екологічна біотехнологія - завдання, об'єкти, використання.</b> Роль мікроорганізмів в біотехнології. Нові світові досягнення в області екобіотехнології. Масштаби світового розвитку екобіотехнології. Перспективи розвитку екобіотехнології в Україні та світі. Можливості екобіотехнології: перспектива на найближчі роки. Останні новини та розробки з екобіотехнології. <i>Література: (1); (2).</i>	<b>2</b>
2	<b>Біологічне очищення ґрунту.</b> Основні забруднювачі ґрунту та їх характеристика. Характеристика основних забруднюючих нафтопродуктів. Особливості мікроорганізмів, як очисних агентів. Основні біологічні характеристики ґрунту та методи його біологічного очищення. Застосування та приклади. Новітні приклади використання мікроорганізмів у процесах очищення ґрунту та їх характеристика. <i>Література: (1); (8).</i>	<b>6</b>
3	<b>Біопестициди.</b> Поняття про біопестициди та біодобрива. Біопестициди на основі бактерій, грибів та вірусів. Майбутнє біопестицидів. Приклади застосування біопестицидів та біодобрив. Особливості, переваги та недоліки різноманітних біопестицидів.	<b>6</b>

	<i>Література: (1); (8).</i>	
4	<b>Біологічне очищення води.</b> Порівняння фізико-хімічних та біологічних методів очищення води. Норми та стандарти очищення води в Україні. Способи формування та забруднення підземних вод. Біологічне очищення води. Основи біологічного очищення води. Показники якості та забрудненості води. Огляд основних біотехнологій очищення води. Норми та стандарти очищення води в Україні. <i>Література: (2); (4).</i>	<b>6</b>
5	<b>Біологічне очищення стічних вод за допомогою активного мулу.</b> Технології біологічного очищення стічних вод. Способи формування та забруднення стічних вод. Характеристика складу забруднюючих речовин стічних вод. Характеристика активного мулу. Індикаторні організми активного мулу. Огляд основних біотехнологій очищення стічних вод. Норми та стандарти очищення стічних вод в Україні <i>Література: (2); (3).</i>	<b>6</b>
6	<b>Біологічне очищення стічних вод.</b> Очисні споруди біологічного очищення стічних вод різних категорій. Характеристика складу осадів та їх утилізація. Вибір та обґрунтування технологій очищення стічних вод. Очисні споруди малих населених пунктів і окремих об'єктів. <i>Література: (2); (4).</i>	<b>6</b>
7	<b>Біологічне очищення стічних вод в анаеробних умовах.</b> Технології та очисні споруди анаеробного біологічного очищення стічних вод. Область застосування технологій. Особливості біоценозу мікроорганізмів. Анаеробні процеси в технології біологічного очищення стічних вод. Методи біологічного знешкодження осадів, що утворюються при очищенні стічних вод. <i>Література: (3); (18).</i>	<b>6</b>
8	<b>Біологічне очищення стічних вод в природних умовах.</b> Очищення в біологічних ставках, на полях зрошення і полях фільтрації. Використання вищої водної рослинності для очищення води. Роль гідробіонтів вищих трофічних рівнів в природних очисних спорудах. <i>Література: (2); (3).</i>	<b>6</b>
9	<b>Фітоочищення ґрунту та води.</b> Особливості різних фітоочисних технологій. Використання фітоочисних технологій у зоні Чорнобильської АЕС. Світова фітоочисна практика. Можливості фітоочищення, основні культури-трансформатори, способи використання та огляд основних технологій очищення. <i>Література: (1); (15).</i>	<b>6</b>
10	<b>Біотехнології переробки біомаси.</b> Особливості переробки різних видів біомаси. Біоетанол. Технології одержання біоетанолу. Продуценти біоетанолу. Світова паливна криза. Поняття біомаси та її властивості. Основні технології використання біомаси. Застосування та приклади. Особливості переробки різних видів біомаси. <i>Література: (1); (4).</i>	<b>6</b>
11	<b>Біотехнології переробки біомаси.</b> Біодизель. Технології одержання біодизелю. Потенціал України щодо біодизеля. Паливний біогаз. Біотехнологічні методи метанової ферментації. Біоводень. Біологічні способи отримання водню. Переваги та недоліки отримання та використання біопалива. Особливості переробки різних видів біомаси. Застосування та приклади. <i>Література: (1); (4).</i>	<b>6</b>



12	<b>Біологічне знешкодження твердих відходів та залишків виробництв.</b> Біоутилізація твердих відходів. Особливості переробки токсичних відходів. Переробка відходів на звалищах. Основи біологічної переробки відходів. Особливості та застосування аеробної та анаеробної переробки відходів. <i>Література: (1); (2).</i>	<b>6</b>
13	<b>Біологічне знешкодження твердих відходів</b> Біосистеми компостування. Вермикультивування. Світові стратегії розміщення твердих відходів. Технології біологічної переробки відходів. Технології отримання корисних речовин з різноманітних відходів. <i>Література: (1); (8).</i>	<b>6</b>
14	<b>Бактеріальне вилуговування мінеральної сировини. Біопошкодження матеріалів.</b> Роль мікроорганізмів у біовилученні металів. Методи біовилуговування металів з мінералів. Особливості вилуговування мінеральних концентратів. Використання розчинників, які продукують бактерії у процесах вилуговування. Особливості вилуговування мінеральних концентратів. Сучасні методи боротьби з біокорозією. Основні поняття та визначення біопошкодження. Класифікація процесів біопошкодження. Матеріали, схильні до біопошкодження. Біополімери та їх схильність до корозії. <i>Література: (1); (8).</i>	<b>6</b>

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Політика щодо дедлайнів та перескладання:** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання тем (модулів) відбувається за наявності поважних причин.

**Політика та принципи академічної доброчесності** визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків.

**Норми етичної поведінки:** Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

**Політика щодо відвідування:** Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** підготовка доповіді (30 балів), написання МКР (70 балів). Загальна сума балів за семестрову роботу – 100 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни (додаток 2).

**Семестровий контроль:** залік. Загальна сума балів на заліку – 100 балів. Докладніша інформація щодо проведення та оцінювання наведена в PCO з дисципліни (додаток 2).

**Умови допуску до семестрового контролю:** підготовка доповіді і написання МКР та семестровий рейтинг  $R_c > 40$ .

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доктором техн. наук, професором Саблій Ларисою Андріївною.

**Ухвалено** кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол № 15 від 29.06.2022 р.).

**Погоджено** методичною комісією факультету (протокол № 9 від 30.06.2022 р.).

Додаток 1

## ПИТАННЯ ДЛЯ МОДУЛЬНОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Роль мікроорганізмів в біотехнології
2. Біологічне очищення ґрунту
3. Біологічне очищення води
4. Використання та утилізація активного мулу
5. Фітоочищення
6. Біотехнології переробки біомаси
7. Біологічне знешкодження твердих відходів та залишків виробництв.
8. Біотехнології переробки побутових відходів
9. Біотехнології переробки промислових відходів
10. Бактеріальне вилуговування мінеральної сировини
11. Біопшкодження матеріалів та боротьба з ним
12. Біомоніторинг та біосенсиори.
13. Біосенсиори та їх застосування для вирішення проблем охорони навколишнього природного середовища.
14. Екологічний моніторинг. Використання біосенсорів в екологічному моніторингу.
15. Використання біотехнологій у процесах очищення повітря. Різноманітні біофільтри.
16. Фітоіндикатори стану навколишнього середовища. Приклади з всесвітньої практики, в том числі в Україні.
17. Біологічні індикатори екологічного стану природної води.
18. Біокорозія та способи боротьби з нею.
19. Способи біологічного розкладання залишків гірничодобувної та переробної промисловості (шахти, ТЕЦ). Біорозкладання териконів, шламів та золи.
20. Біологічносумісні матеріали та їх використання.
21. Використання різноманітних біотехнологій у всесвітній практиці для вирішення екологічних проблем (прикладні та опис технологій)
22. Способи біологічного розкладу асфальтів.
23. Способи ліквідування нафтового забруднення водного басейну. Біологічний розклад нафти.
24. Участь мікроорганізмів у біогеохімічному кругообігу речовин у природі.

25. Характеристика мікроорганізмів ґрунту та їх роль у процесах природного очищення забруднень.
26. Характеристика мікроорганізмів повітряного басейну.
27. Роль та характеристика мікроорганізмів, що приймають участь у процесах очищення підземної води.
28. Біопестициди та їх роль у сільському господарстві.
29. Характеристика основних токсичних забруднювачів біосфери та способи їх утилізації.
30. Сучасні способи переробки та утилізації активного мулу, його характеристика.
31. Характеристика патогенних організмів водного басейну та способи їх нейтралізації.
32. Органічне сільське господарство. Його переваги та недоліки. Приклади застосування.
33. Основні сучасні досягнення в екологічній біотехнології та приклади їх застосування.
34. Застосування біотехнологій для індикації здоров'я людини.
35. Роль та характеристика мікроорганізмів, які беруть участь в очищенні стічної води.
36. Порівняння та характеристика біологічних та фізико-хімічних методів очищення стічної води. Переваги та недоліки методів.
37. Характеристика та способи очищення ґрунту за допомогою фітотехнологій.
38. Основні способи екологічного використання біомаси.
39. Роль мікроорганізмів у процесах добування руд та їх характеристика.
40. Різноманітні способи переробки відходів за допомогою мікроорганізмів та їх характеристика.
41. Основні способи біологічного розкладання пестицидів.

## Додаток 2

### Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) 1 доповідь на практичних заняттях;
- 2) модульну контрольну роботу.

### Система рейтингових (вагових) балів занять і рейтингових оцінок по видах контролю

№ п/п	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
1	Доповідь на практичному занятті*	30	1	30
3	Модульна контрольна робота**	70	1	70
	Всього			100

\*Оцінювання доповіді студента:

Повна змістовна доповідь з прикладами та поясненнями, завдання виконано у повному обсязі, оформлення звіту відповідає вимогам – 25- 30 балів.

Правильна, але неповна доповідь або з незначними помилками, наявні помилки в оформленні звіту – 19-24 балів.

Не зараховано – менше 19 балів.

\*\* Якість виконання модульної контрольної роботи:

повна розкрита відповідь на теоретичні питання, помилка в одному завданні - 55-70 балів;

помилка в кількох завданнях та (або) неповна відповідь на теоретичне питання - 42-54 балів;

робота не зарахована – менше 42 балів.

### Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 30 + 30 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Форма атестації передбачена у вигляді заліку, тому рейтингова шкала з дисципліни складає:  
 $R_c = 100$  балів.

Студенти, які набрали 60 та більше балів, отримують залік. Необхідною умовою допуску до семестрової атестації є підготовка доповіді, написання МКР та семестровий рейтинг  $R_c > 40$ .

Рейтинг	Традиційна оцінка
$95 < R < 100$	Відмінно
$85 < R < 94$	дуже добре
$75 \leq R < 84$	Добре
$65 \leq R < 74$	Задовільно
$60 < R < 64$	Достатньо
$R < 60$	Незадовільно

Студенти, які набрали більше 40 балів, але менше ніж 60 балів, та студенти, які бажають поліпшити свій рейтинг, виконують залікову контрольну роботу.

Залікова контрольна робота являє собою відповідь на білет, який містить у собі 4 теоретичні питання. Відповідь на кожне питання оцінюється 0-25 балів.

Критерії оцінювання відповіді на питання:

- повна розгорнута відповідь на питання – 24-25 балів;
- правильна, але неповна відповідь – 21-23 бали;
- відповідь з несуттєвими помилками - 19-20 балів;
- відповідь з грубими помилками – 15-18 балів;
- неправильна відповідь або відсутність відповіді (робота не захищена), відсутність відповіді на два запитання – 0 балів.

#### Загальний рейтинг

Рейтинг	Традиційна оцінка
$95 < R < 100$	відмінно
$85 < R < 94$	дуже добре
$75 \leq R < 84$	добре
$65 \leq R < 74$	задовільно
$60 < R < 64$	достатньо
$R < 60$	незадовільно

### Додаток 3

#### Питання на залік з дисципліни «Екобіотехнологія»

1. Біологічне очищення стічних вод в аеротенку. Що таке активний мул, рециркуляційний АМ, надлишковий АМ?
2. Забезпечення аеробного біологічного процесу повітрям. Яка концентрація розчиненого кисню, за яким показником розраховується кількість потрібного повітря? Які пристрої використовують для подачі повітря?
3. Поясніть, чому на вході в аеротенк нормується концентрація завислих речовин у СВ? Що таке приріст активного мулу? Яким чином забезпечується сталість вмісту активного мулу в аеротенку?
4. Яке призначення вторинного відстійника в технологіях біологічного очищення СВ? Наведіть схему технології аеробного біологічного очищення СВ.
5. Поясніть відмінності природних методів біологічного очищення СВ від штучних? Наведіть схему технології біологічного очищення СВ з використанням природного біологічного очищення.

6. Як впливає концентрація і природа органічних речовин, які містяться в СВ, на процес аеробного біологічного очищення з активним мулом? Наведіть приклади впливу органічних речовин різного походження на процес.
7. Як впливають температура і рН СВ на процес аеробного біологічного очищення з активним мулом? Наведіть приклади. Як впливає доза активного мулу на процес аеробного біологічного очищення з активним мулом? Відповідь поясніть.
8. Які речовини відносять до інгібіторів активного мулу? Який вплив інгібіторів і токсичних речовин, які містяться в СВ, на процес аеробного біологічного очищення з активним мулом? Наведіть приклади впливу інгібіторів і токсичних речовин на процес.
9. Яким чином забезпечується масообмін в процесах аеробного біологічного очищення СВ в аеротенках? Які пристрої забезпечують масообмін?
10. Яке призначення регенератора в технології біологічного очищення СВ? Наведіть схему технології біологічного очищення СВ в аеротенках з регенераторами.
11. Що таке аеротенк-витиснювач? Який принцип роботи аеротенка-витиснювача? Наведіть схему. Які переваги і недоліки аеротенка-витиснювача? Яка область застосування у очищенні СВ?
12. Що таке аеротенк-змішувач? Як він працює? Наведіть схему. Які переваги і недоліки аеротенка-змішувача? Яка область застосування у очищенні СВ?
13. Як змінюється концентрація органічних речовин за БСК<sub>повн</sub> по довжині споруди в аеротенку-витиснювачі, аеротенку-змішувачі? Порівняйте. Відповідь поясніть. Як змінюється доза АМ в аеротенку-витиснювачі, аеротенку-змішувачі? Відповідь поясніть.
14. При використанні двоступеневої технології біологічного очищення СВ який аеротенк використовують на першому ступені, а який на другому – аеротенк-витиснювач чи аеротенк-змішувач? Наведіть схему. Відповідь поясніть.
15. Що таке навантаження на активний мул за БСК<sub>повн</sub>, і як змінюється цей показник по довжині споруди в аеротенку-витиснювачі, аеротенку-змішувачі? Порівняйте. Відповідь поясніть.
16. Що таке швидкість окиснення органічних речовин за БСК<sub>повн</sub> активним мулом, і як змінюється цей показник по довжині споруди в аеротенку-витиснювачі, аеротенку-змішувачі? Порівняйте. Відповідь поясніть.
17. Які технологічні і конструктивні особливості біологічних фільтрів? Наведіть схему. Які переваги і недоліки біологічних фільтрів? Коли їх доцільно застосовувати? Відповідь поясніть.
18. Наведіть схему технології повного біологічного очищення СВ в аеротенках без регенераторів. Які умови її роботи? Переваги і недоліки.
19. Наведіть схему технології повного біологічного очищення СВ в аеротенках з регенераторами. Які умови її роботи? Поясніть принцип роботи.
20. Дайте порівняльну характеристику технологій біологічного очищення СВ без і з регенераторами.
21. Наведіть схему двоступінчастої технології повного біологічного очищення СВ в аеротенках без або з регенераторами. Які умови її роботи? Переваги і недоліки.
22. Наведіть схему технології повного біологічного очищення СВ в аеротенках з аеробною стабілізацією активного мулу. Які умови її роботи? В яких спорудах здійснюють біологічне очищення за такою схемою? Область використання.
23. Які умови беруть до уваги при виборі технології біологічного очищення стічних вод? Що таке технологічна схема біологічного очищення стічних вод?

24. Які основні стадії включає технологія біологічного очищення стічних вод? Які вимоги обумовлюють необхідність стадії доочищення стічних вод після біологічного очищення?
25. Які технології можна застосувати для біологічного очищення міських стічних вод при витраті до 10000 куб. м/добу? Поясніть.
26. Наведіть схему технології біологічного очищення міських стічних вод у природних умовах. Поясніть принцип роботи. Переваги і недоліки.
27. Наведіть схему технології біологічного очищення міських стічних вод в аеротенках при малих витратах СВ. Які аеротенки застосовують? Поясніть принцип роботи. Переваги і недоліки технології.
28. Наведіть схему технології біологічного очищення міських стічних вод в біофільтрах при малих витратах СВ до 10000 куб. м/добу. Які біофільтри застосовують? Поясніть принцип роботи. Переваги і недоліки технології.
29. Які споруди використовують для первинного відстоювання в технологіях біологічного очищення міських стічних вод в аеротенках або біофільтрах при малих витратах СВ (до 10000 куб. м/добу) замість первинних відстійників? Поясніть принцип роботи. Переваги і недоліки.
30. Наведіть схему технології біологічного очищення міських стічних вод в аеротенках при витратах СВ від 10 тис. до 50 тис. куб. м/добу. Опишіть стадії очищення СВ. Умови застосування технології.
31. Які споруди використовують для доочищення СВ після біологічного очищення? Наведіть приклади і поясніть їх призначення.
32. Наведіть схему технології біологічного очищення міських стічних вод в біологічних фільтрах при витратах СВ від 10 тис. до 50 тис. куб. м/добу. Опишіть стадії очищення СВ. Які біофільтри використовують в цій технології? Переваги і недоліки.
33. Наведіть схему технології біологічного очищення міських стічних вод в аеротенках при витратах СВ від 50 тис. куб. м/добу. Опишіть стадії очищення СВ. Умови застосування технології.
34. Які методи обробки осадів використовують в технології біологічного очищення міських стічних вод в аеротенках при витратах СВ від 50 тис. куб. м/добу. Опишіть стадії обробки осадів СВ, їх призначення.
35. Які варіанти стабілізації осадів можна використовувати в технологіях біологічного очищення стічних вод? Як вибрати найбільш доцільний варіант? Переваги і недоліки методів стабілізації осадів.
36. Які варіанти зневоднення осадів можна використовувати в технологіях біологічного очищення стічних вод? Як вибрати найбільш доцільний варіант? Переваги і недоліки методів зневоднення осадів СВ. Що таке дегельмінтизація осадів і в яких випадках переробки осадів СВ її застосовують? Яким методом здійснюють? За яких умов проводять процес дегельмінтизації осадів СВ?
37. Характеристика сполук азоту, які містяться в стічних водах. Джерела надходження сполук азоту в стічні води. Як нормуються сполуки азоту в стічних водах при скиді у природні водойми? Чому потрібно видаляти сполуки азоту зі стічних вод?
38. Опишіть схему кругообігу азоту у водоймах. Основні процеси перетворення сполук азоту у водоймах.
39. Що таке нітрифікація? Які умови проходження процесу? Порівняльна характеристика стадій нітрифікації. Які вихідні і кінцеві продукти реакцій нітрифікації на двох стадіях? Характеристика бактерій-нітрифікаторів двох стадій процесу нітрифікації.

40. Що таке денітрифікація? Які умови проходження процесу? Які вихідні і кінцеві продукти реакції денітрифікації за участі бактерій? Характеристика бактерій-денітрифікаторів.
41. Що таке анамокс-процес? Які умови проходження процесу? Які вихідні і кінцеві продукти реакції анамокс за участі анамокс-бактерій? Характеристика анамокс-бактерій.
42. Технологія очищення стічних вод з використанням анамокс-процесу. Умови реалізації. Ефективність. Переваги і недоліки. Порівняння процесів денітрифікації і анамокс для перетворення сполук азоту з точки зору техніко-економічної ефективності методів.
43. Очищення стічних вод від сполук азоту біологічним методом з використанням нітрифікації. Наведіть схему процесу. Які вихідні і кінцеві сполуки азоту в процесі?
44. Очищення стічних вод від сполук азоту біологічним методом з використанням денітрифікації. Наведіть схему процесу. Які вихідні і кінцеві сполуки азоту в процесі?
45. Очищення стічних вод від сполук азоту біологічним методом з використанням нітриденітрифікації з додаванням джерела карбону. Наведіть схему процесу. Які вихідні і кінцеві сполуки азоту в процесі? Переваги і недоліки технології.
46. Очищення стічних вод від сполук азоту біологічним методом з використанням нітриденітрифікації з використанням неочищених стічних вод як джерела карбону. Наведіть схему процесу. Переваги і недоліки технології.
47. Очищення стічних вод від сполук азоту біологічним методом з використанням на першому ступені денітрифікації з наступною нітрифікацією. Як реалізується технологія? Які сполуки потрібно подавати на стадію денітрифікації? Наведіть схему. Переваги і недоліки.
48. Порівняйте технології денітрифікації з використанням додавання джерела карбону і з використанням нітратного рециклу із стадії нітрифікації. Переваги і недоліки технологій.
49. Що таке метанове зброджування осадів, які утворюються при очищенні стічних вод? Які спори використовують? Які умови використання технології метанового зброджування для обробки осадів?
50. Характеристика осадів, які утворюються при очищення стічних вод на міських очисних спорудах, перед надходженням їх на метанове зброджування.
51. Опишіть основні стадії метанового зброджування осадів стічних вод. Дайте характеристику вихідним і кінцевим продуктам стадій і умовам їх проходження.
52. Опишіть мікроорганізми стадії гідролізу органічних речовин. Наведіть приклади цих мікроорганізмів. Умови для життєдіяльності цих мікроорганізмів та інгібітори.
53. Опишіть кислотоутворюючі мікроорганізми при анаеробному зброджуванні осадів стічних вод. Умови для життєдіяльності цих мікроорганізмів та інгібітори.
54. Опишіть метаноутворюючі бактерії при анаеробному зброджуванні осадів стічних вод. Умови для життєдіяльності цих мікроорганізмів та інгібітори.
55. Вплив температури на процес анаеробного зброджування. Термічні режими зброджування. Техніко-економічне порівняння режимів мезофільного і терсофільного бродіння осадів.
56. Конструктивні особливості метантенків для анаеробного зброджування осадів стічних вод. Наведіть схему метантенка. Опишіть пристрої для забезпечення необхідних умов для ефективного зброджування осадів.
57. Опишіть принцип роботи метантенка для анаеробного зброджування осадів стічних вод. Наведіть схему.
58. Що таке доза завантаження метантенку? В яких одиницях її вимірюють? В залежності від яких параметрів визначають дозу завантаження? Як забезпечують масообмін в метантенку? Які пристрої для цього застосовують? Їх розташування в метантенку?

59. Що таке межа розпаду органічних речовин осадів стічних вод? Яка межа характерна для білків, жирів і вуглеводів? Що таке практична межа розпаду?
60. Що таке вихід біогазу при анаеробному зброджуванні осадів стічних вод? Яка величина виходу біогазу? Від чого залежить?
61. Як забезпечують потрібний температурний режим в метантенку? Які пристрої для цього застосовують? Їх розташування в метантенку? Як забезпечують видалення і збір біогазу в метантенку? Які пристрої для цього застосовують? Їх розташування в метантенку?
62. Охарактеризуйте властивості зброженого в метантенку осаду. Які показники мулової води контролюють в процесі зброджування осаду? Охарактеризуйте склад біогазу, утвореного в процесі зброджування осадів стічних вод. Шляхи використання зброженого осаду і біогазу.
63. Методи компостування відходів. Переваги і недоліки. Умови застосування.
64. Особливості та застосування аеробного компостування твердих побутових відходів. Приклад технології. Умови перебігу. Переваги і недоліки.
65. Особливості та застосування анаеробного компостування твердих побутових відходів. Приклад технології. Умови перебігу. Переваги і недоліки.
66. Застосування біологічної ремедіації ґрунтів, забруднених різноманітними речовинами. Наведіть приклад. Поясніть суть методу.
67. Технологія одержання біодизеля. Переваги та недоліки. Характеристика сировини.
68. Технологія одержання біоетанолу. Продуценти біоетанолу. Характеристика сировини.