



БІОТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ

Робоча програма кредитного модуля (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>162 «Біотехнології та біоінженерія»</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>ECTS 4 (120 годин), в т.ч. лекцій –28 год., практичних –16 годин, лабораторних – 10 годин, СРС – 48 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 0,8 год./тиждень; практичні заняття: 0,5 год./тиждень згідно розкладу, лабораторні заняття: 0,3 год./тиждень згідно розкладу на сайтах http://roz.kpi.ua та https://schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>к.т.н., доцент, Жукова Вероніка Сергіївна, zhukova.veronika@lll.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Код класу dkjne3n (Google classroom)</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Актуальність кредитного модуля «Біотехнології переробки відходів» полягає у можливості вивчення безпечних біотехнологій утилізації відходів, що дає можливість вирішити проблеми забруднення довкілля, отримати додаткові матеріали та енергію, які можна використовувати для господарських потреб; ознайомлення із Zero Waste: стилем життя за принципом «нуль відходів».

Дана дисципліна повинна ознайомити студента з теоретичним підґрунтям, практичними навичками для застосування біотехнологічних методів переробки, таких як компостування, вермикомпостування біовідходів, біовилуговування, тощо які націлені на зменшення об'ємів відходів, що захоронюють та отримання корисного продукту для відновлення ґрунтів.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- здатність використовувати екологічно безпечну переробку та утилізацію побутових, промислових відходів;
- здатність проаналізувати технології одержання теплової, електричної енергії та корисних матеріалів у галузі поводження з відходами;
- здатність використовувати принципів управління відходами, впровадження сучасних біотехнологій в переробку відходів.

Основні завдання кредитного модуля. Згідно з вимогам програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

Знання:

- класифікації відходів та методів поводження з ними;
- основ технологічних процесів вилучення корисних речовин з відходів за допомогою процесів біовилуговування;
- засобів та технологій поводження з побутовими відходами: компостування, вермикомпостування, спалювання, газифікації, піролізу, захоронення на полігонах, механіко-біологічна технологія.

- біотехнологічних методів для утилізації токсичних речовин у відходах;
- мікробіологічних та біохімічних основ деструкції органічних речовин у тілі полігону;
- методів для утилізації фільтрату полігону та вилучення звалищного газу.

Уміння:

- підбирати біологічні агенти на основі їх мікробіологічних та біохімічних властивостей для компостування, вермикомпостування, біовилуговування відходів.
- планувати та розраховувати ділянки технологічних схем щодо переробки побутових та промислових відходів;
- підбирати методи утилізації промислових відходів, серед яких відходи органічного походження, відходи косметичної, харчової галузі, фармвідходи, медичні відходи.

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

Програма дисципліни базується на знаннях, отриманих студентами з попередніх фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін рівня «бакалавр» таких як хімія, біохімія, промислова екологія. Отримані знання дозволять майбутнім фахівцям застосовувати їх в дипломному проектуванні, при розробці програм утилізації відходів міст та промисловості, використовуючи сучасні біотехнології.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Класифікація відходів

Тема 2. Законодавча база у сфері поводження з відходами

РОЗДІЛ 1. Основні технології утилізації побутових відходів

Тема 3. Склад та властивості ТПВ.

Тема 4. Вторинні матеріальні ресурси.

Тема 5. Компостування відходів.

Тема 6. Вермикомпостування відходів.

Тема 7. Методи термічної обробки ТПВ.

Тема 8. Захоронення ТПВ.

РОЗДІЛ 2. Основні технології утилізації промислових відходів

Тема 9. Терміни і поняття в галузі поводження з промисловими відходами.

Тема 10. Утилізація осадів промислових стічних вод.

Тема 11. Біотехнології переробки органічних відходів промисловості

Тема 12. Біологічне вилуговування металів з відходів

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1 Базова

1. В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля «Тверді відходи: збір, переробка, складування» Навчальний посібник, Київ «КОНДОР» 2010 - 551с.
2. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води : Навчальний посібник / За ред. В.К. Хільчевського. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2007. – 152 с.
3. Бригінець К.Д. Утилізація промислових відходів. / К.Д. Бригінець, К.О. Абашина; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 58 с.
4. Про Загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами: закон України від 2000р / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000,№ 44.
5. Державні будівельні норми України Полігони твердих побутових відходів Основні положення проектування. ДБН В.2.4-2-2005// Електронний ресурс/ Режим доступу <http://dbn.at.ua/load/1-1-0-289>.
6. Природоохоронні біотехнології. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія», освітньої програми «Біотехнології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М. Ю. Козар, О. Я. Боровик. – Електронні текстові дані (1 файл: 629 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 55 с.

4.2. Допоміжна

7. Шевчук В. Я. Біотехнологія одержання органо-мінеральних добрив із вторинної сировини / Шевчук В. Я., Чеботько К. О., Разгуляев В. М–К. : 2001.– 205 с.

8. Закон України «Про відходи» //Електронний ресурс// Закон № 187/98-ВР. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/187/98>

4.2 Інформаційні ресурси

8. <http://uecr.gov.ua/> - Укресресурси

9. <http://zakon3.rada.gov.ua/> – закон про відходи

10. <http://ecoanalitika.com/> -поводження з відходами

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Класифікація відходів. Поняття: відходи, управління відходами, утилізація відходів, переробка відходів. Класифікації побутових відходів за типом утворення за гігієнічним принципом. Класифікації промислових відходів (за походженням, за агрегатним станом і властивостями, ступенем небезпеки для довкілля та здоров'я людини). <i>Література: 1,2</i>
2	Законодавча база у сфері поводження з відходами Основні принципи стратегії комплексного управління відходами. Інтеграція різних підходів щодо утилізації, знешкодження та переробки відходів: скорочення відходів, вторинна переробка. Законодавча база поводження з відходами. Закони України щодо поводження з промисловими відходами. Державний класифікатор відходів. Ліміти на зберігання та розміщення відходів, норми накопичення відходів на підприємствах. Порівняння нормативів та лімітів на розміщення відходів в Україні та ЄС. <i>Література: 7, 9</i>
3	Склад та властивості ТПВ. Поняття про норми накопичення ТПВ. Відносні норми накопичення побутових відходів в країнах Європи та Україні. Властивості ТПВ (фракційний склад, хімічний склад, морфологічний склад; деякі фізичні властивості основних компонентів відходів: щільність, компресійні властивості, теплоенергетична здатність, санітарно-бактеріологічні норми тощо). Токсичні відходи. <i>Література: 2,3</i>
4	Вторинні матеріальні ресурси Типи пластика, який застосовується в якості упаковки (різна види поліетилену, ПХВ (полівінілхлорид), поліпропілен, полістирол). Маркування полімерної пакувальної тари. Пластики, що піддаються біологічному розкладу. Сміттесортувальні станції. Сортування відходів як перший крок до застосування механічно-біологічного підходу для переробки відходів та варіанти їх практичного впровадження. Вторинна переробка відходів (Reduce, Reuse, Recycle). <i>Література: 1,2</i>
5	Компостування відходів Види компостування. Основні вимоги до сировини для отримання компосту. Оптимальні умови та обладнання для компостування. Групи живих організмів, що беруть участь в процесах компостування. Промислове компостування (типи, параметри, схеми, принцип роботи). Польове компостування (схема, параметри, принцип роботи). Механіко-біологічна технологія переробки відходів <i>Література: 1,2.</i>
6	Вермикомпостування відходів. Види вермикомпостування. Основні вимоги до сировини для отримання біогумусу. Оптимальні умови та обладнання для вермикомпостування. Біологічний агент процесу вермикомпостування. <i>Література: 1,2</i>
7	Вермикомпостування відходів. Види вермикомпостування. Основні вимоги до сировини для отримання біогумусу. Оптимальні умови та обладнання для вермикомпостування. Біологічний агент процесу вермикомпостування. <i>Література: 1,2</i>
8	Методи термічної обробки ТПВ.

	Історичні та географічні аспекти будівництва сміттєспалювальних підприємств в світі. Екологічні та економічні проблеми будівництва СЗЗ. Діоксини та їх шкідливий вплив на здоров'я населення. Типова схема сучасного сміттєспалювального заводу. Вимоги та умови очищення відходів газів. Інші методи термічної переробки відходів: піроліз та газифікація. <i>Література:</i> 1,3
9	Захоронення ТПВ. Групи відходів, що підлягають захороненню на полігонах. Вимоги до ділянки, відведеної під полігон. Інженерна схема полігону. Біологічний розклад у тілі полігону ТПВ (процеси). Основні природні полімери (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін, пектин). Рекультивація земель після закриття полігону. Фільтрат та методи його обробки. Дегазація. <i>Література:</i> 1,3
10	Терміни і поняття в галузі поводження з промисловими відходами. Визначення понять: промислові відходи, небезпечні промислові відходи, поводження з відходами, джерела їх утворення. Схема, принцип роботи, параметри типи хвостосховищ. Технології розміщення твердих промислових відходів. <i>Література:</i> основна: 1,2
11	Утилізація осадів промислових стічних вод. Зневоднення надлишкового активного мулу, сирого осаду промислових стічних вод. Технології обробки осадів. Компостування осадів. <i>Література:</i> основна: 3
12	Біотехнології переробки органічні відходи промисловості. Відходи легкої промисловості. Відходи сільського господарства. Відходи харчової промисловості, а саме спиртова, шкіряна, м'ясна, пивоварна, виноробна, молочна галузі. <i>Література:</i> основна: 2,3
13	Біотехнології переробки органічні відходи промисловості. Відходи легкої промисловості. Відходи сільського господарства. Відходи харчової промисловості, а саме спиртова, шкіряна, м'ясна, пивоварна, виноробна, молочна галузі. <i>Література:</i> основна: 2,3
14	Біологічне вилуговування металів з відходів Сучасний стан та перспективи розвитку біовилуговування. Загальна характеристика бактерій, здатних до окиснення сульфідів заліза, цинку, олова, кадмія тощо. Утворення сульфатів металів. Вилучення металів з стічних вод рудовидобувних комбінатів, рудних відвалів, «хвостів». <i>Література:</i> 1,3

Семінарські заняття

Основні завдання циклу семінарських занять:

- закріплення лекційного матеріалу;
- розгляд питань, які студенти опанували самостійно;
- поглиблення та розширення теоретичних знань;
- проведення тематичних дискусій під керівництвом викладача

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Компостування побутових відходів. Перелік питань для розгляду: склад та властивості компосту; види компостування; оптимальні умови компостування; обладнання: компостери; роль бактерій та актиноміцетів в процесах деструкції органіки. <i>Література:</i> 2; 7 (підрозділ 11.3)
2	Застосування вермикомпостування у світі. Основні вимоги до сировини для отримання біогумусу. Оптимальні умови та обладнання для вермикомпостування. Біологічний агент процесу вермикомпостування. <i>Література:</i> 1,2
3	Захоронення ТПВ. Характеристика відходів, що підлягають захороненню на полігонах. Вимоги до ділянки відведеної під полігон. Розрахунок параметрів полігону (глибину складання, розміри ділянки). Проектування системи збору і утилізації фільтрату. Рекультивація земель після закриття полігону (технічний і біологічний етапи). Дегазація полігонів. <i>Література:</i> 4; 7 (підрозділ 11.6).
4	<i>Контрольна робота</i>
5	Утилізація осадів промислових стічних вод. <ul style="list-style-type: none"> • Зневоднення надлишкового активного мулу; • сирого осаду промислових стічних вод; • технології обробки осадів;

	<ul style="list-style-type: none"> • компостування осадів. <i>Література: 1,2</i>
6	Утилізація промислових відходів, серед яких відходи органічного походження, відходи косметичної, харчової галузі, фармвідходи, медичні відходи. <i>Література: 1,2</i>
7	Мікробіологічне вилуговування металів з рудних відвалів та відходів. <ul style="list-style-type: none"> • Біотехнології. Історія започаткування наряду, сучасний стан, перспективи розвитку • Мікробіологічне окиснення сульфідів металів (заліза, олова, цинку тощо) • Перспективи використання технологій біовилуговування для одержання дорогоцінних металів (золота, срібла тощо) <i>Література: 1,3</i>
8	Залік

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- використовувати біотехнології для утилізації відходів.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Ознайомлення з деструкторами органічної речовини. Дослідження процесів вермикомпостування органічних побутових відходів. <i>Література: 6</i>	4
2	Визначення вмісту гумусу, азоту, фосфору в компості, отриманому при вермикультивуванні. <i>Література: 6</i>	4
3	Оцінку стану забруднених ґрунтів методами біотестування та біоіндикації з використанням рослинних тест-об'єктів. <i>Література: 6</i>	2

6.Самостійна робота студента

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (34 годин), контрольної (2 години) підготовка до заліку (6 годин) та самостійне вивчення певних тем, перелік яких наводиться нижче (24 годин).

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Системи проміжного тимчасового зберігання відходів. <i>Література: 1,2</i>	1
2.	Сортування відходів на рівні споживачів (населення). <i>Література: 8</i>	1
3.	Склад та властивості ТПВ в різних регіонах України. <i>Література: 2,3.</i>	2
4.	Селекція спеціальних штамів мікроорганізмів, здатних до деструкції синтетичних полімерів. <i>Література: 1,3</i>	2
5.	Бактеріями, які беруть участь у компостуванні. <i>Література: 1,2</i>	2
6.	Пристрої для вермикомпостування. <i>Література: 1,2</i>	2
7.	Види установок по піролізу ТПВ. <i>Література: 1,3</i>	2
8.	Використання звалищного газу. <i>Література: 2, 5</i>	2
9.	Підготовка до контрольної роботи	2
10.	Промислові відходи України. <i>Література: 5</i>	2
11.	Склад промислових стічних вод України. <i>Література: 3</i>	2
12.	Утилізація відходи деревообробної підприємств. <i>Література: 7</i>	2
13.	Стан біовилуговування в Україні. <i>Література: 3.</i>	2

Політика та контроль

9. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Обов'язкове відвідування контрольних робіт, тому що на них проводяться контрольні заходи з оцінок за якими формується рейтингова оцінка.

Пропущені контрольні заходи

У разі наявності у студента документа, що виправдовує неможливість своєчасного виконання модульної контрольної роботи, йому надається можливість її написати протягом тижня після його появи на заняттях.

Календарний рубіжний контроль

Метою проведення календарного контролю є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами

Академічна доброчесність

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>.

У випадку виявлення академічної недоброчесності (плагиату в ІСЗ, списування при виконанні МКР або залікової роботи тощо) роботу необхідно переробити, бали при повторному написанні знижуються на 20%.

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>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

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

Поточний контроль: експрес-опитування, контрольна робота, захист лабораторних робіт.

Система рейтингових балів занять і рейтингових оцінок по видах контролю

№	Від контролю	Бал	Кількість занять	Сума балів
1.	Практичні заняття			
	- експрес-опитування*	3	8	24
	- доповідь на проблемну тематику**	20	1	20
2.	Лабораторні заняття***			
	- ваговий бал γ_k	7	3	21
	- допуск	1		
	- обробка результатів і захист	6		
3.	Контрольна робота****	35	1	35
	Всього			100

*Оцінювання експрес-опитування:

Повна змістовна відповідь з прикладами та поясненнями – 3 бали

Правильна, але неповна відповідь – 2 бали

Відповідь з помилками - 1 бал

**Оцінювання відповіді студента на практичні занятті:

Повна змістовна доповідь з прикладами та пояснення – 16-20 балів

Правильна, але неповна доповідь або з незначними помилками – 12-15 балів

Доповідь не захищена – менше 12 балів

***Критерії оцінювання якості виконання лабораторних робіт:

Активна участь у виконанні лабораторної роботи, правильно оформлений протокол та глибокі і змістовні теоретичні знання по темі роботи – 7 балів

Активна участь у виконанні роботи, помилки в камеральній частині або статистичних підрахунках або недостатньо глибокі теоретичні знання – 4-6 бали

Робота не зарахована – менше 4 балів

*****Якість виконання контрольної роботи:*

повна розкрита відповідь – 29-35 балів;

помилка в одному завданні або неповна відповідь в двох завданнях -21-28 бали;

робота не зарахована менше 21 балів

Календарний контроль: *проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу. Для отримання «атестовано» за першу поточну семестрову атестацію $R_c > 23$, бали (тах 45), для другої семестрової атестації $R_c > 45$, бали (тах 90).*

Умови допуску до семестрового контролю: *необхідною умовою допуску до заліку є виконання та захист усіх лабораторних робіт, виступ на семінарському занятті, написання МКР з сумарною оцінкою не менше 45 балів.*

Семестровий контроль: *залік.*

Студенти, які виконали умови допуску до семестрового контролю і набрали більше ніж 60 балів можуть, за бажанням, отримати залікову оцінку відповідно до нижченаведеної шкали відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою. Студенти, які виконали умови допуску, набрали 45 - 59 балів та студенти, які набрали більше 60 балів та бажають поліпшити свій рейтинг, виконують залікову контрольну роботу на 100 балів.

Залікова робота виконується у письмовій формі та передбачає відповіді на 5 запитань білета. Кожне питання оцінюється у 20 балів.

Критерії оцінювання:

- правильні, повні розкриті відповіді на всі запитання - 100 балів*
- помилки в одному запитанні або неповні відповіді в двох запитаннях - 85-95 балів*
- помилки в двох і більше запитаннях, або неповні відповіді в 4-5 запитаннях - 75-85 балів*
- помилки в 4-5 запитаннях і неповні відповіді в 4-5 запитаннях - 60-75 бали*
- робота не зарахована - 0-59 балів*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

11. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання на контрольну роботу

1. Чинники накопичення ТПВ.
2. Проблеми, які виникають при захороненні ТПВ.
3. Морфологічний склад ТПВ.
4. Класифікація ТПВ.
5. Шляхи вирішення проблем накопичення ТПВ.
6. Поясність принцип «забруднювач сплачує».
7. Законодавча база поводження з ТПВ.
8. Основні терміни і поняття сфери ТПВ.

9. Сортування ТПВ.
10. Проблеми та ризики для навколишнього середовища, які виникають при захороненні ТПВ.
11. Принципи комплексного управління відходами.
12. Властивості ТПВ.
13. Шляхи скорочення утворення відходів.
14. Технології переробки вторинної сировини
15. Класифікація та можливості використання ВМР.
16. Методи поводження з ТПВ.
17. Принцип роботи сміттєспалювального заводу.
18. Принцип роботи сміттєсортувальної станції.

Питання до заліку

1. Сміттєспалювальний завод (схема, принцип роботи, переваги, недоліки).
2. Компостування (фази та параметри процесу, характеристика біологічних агентів, застосування).
3. Вермикультивування (фази та параметри процесу, характеристика біологічного агента та біогумусу).
4. Наведіть схему технології компостування ТПВ міста. Опишіть принципи, параметри процесу, схему.
5. Будова полігону ТПВ (схема, заходи для захисту довкілля).
6. Деструкція органічних речовин у товщі полігону ТПВ (стадії, рівняння, процеси).
7. Біотехнології переробки відходів харчової промисловості.
8. Класифікація промислових відходів.
9. Купчасте, чанове, підземне біовилуговування металів із промислових відходів.
10. Механізм біовилуговування металів з промислових відходів (схеми, мікроорганізми, реакції).
11. Напрямки утилізації відходів сільського господарства.
12. Основи компостування промислових відходів органічного походження.
13. Основні процеси у технології утилізації осадів стічних вод.
14. Проблеми, які виникають при захороненні ТПВ.
15. Підприємство використовує вторинні ресурси. Наведіть приклади і шляхи
16. Принцип роботи сміттєсортувальної станції
17. Механіко-біологічна технологія переробки відходів (принципи, схема, переваги, недоліки).
18. Рекультивация полігону ТПВ (етапи, схема, напрямки).
19. Види та поводження з токсичними відходами
20. Купчасте, чанове, підземне біовилуговування металів із промислових відходів.
21. Механізм біовилуговування металів з промислових відходів (схеми, мікроорганізми, реакції).
22. Основні процеси у технології утилізації осадів стічних вод.
23. Біотехнології в золотодобувній промисловості.
24. Напрямки вирішення проблем у сфері поводження з промисловими відходами.
25. Біотехнології переробки промислових відходів у деревообробній та с/г промисловостях.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., доцент Жукова Вероніка Сергіївна

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол №14 від 27.05.24)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол №19 від 28.06.2024)