



«ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ В БІОЕНЕРГЕТИЦІ ТА ВОДООЧИЩЕННІ»

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ЄКТС (150 год)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит/МКР/ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції - 10 год за семестр; практичні заняття - 8 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 fknvufq</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Актуальність дисципліни «Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні» полягає у розгляді та аналізі новітніх тенденцій у обладнанні і проектуванні систем біоенергетики та водоочищення, сучасного стану біоенергетичних установок та очисних станцій для очищення стічних вод; вивченні, як можна і потрібно одержувати енергію, забезпечувати очищення стічних вод від різноманітних забруднюючих речовин, у тому числі й від ксенобіотиків, а також від живих і мертвих клітин мікроорганізмів. Одержані знання дозволяють майбутнім висококваліфікованим спеціалістам легко орієнтуватися у складних і вкрай необхідних для виживання людства біогазових установках, очисних спорудах та обладнанні для відновлення якості води, зужитої у побуті, промисловості, сільському господарстві, рекреації, а також відкриватимуть перспективу в застосуванні знань для проектування і впровадження нових, поки що не реалізованих напрямків у біоенергетиці та очищенні води.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей до аналізу та вибору обладнання, необхідного в біоенергетиці та очищенні стічної води від різноманітних забруднюючих домішок; до розробки біогазових установок та очисних станцій для очищення стічних вод механічними, фізико-хімічними та біологічними методами для забезпечення якості очищеної води відповідно до умов скиду у природні водойми; до розуміння технологічних режимів роботи біогазових установок і споруд для водоочищення; до управління технікою безпеки при експлуатації біоенергетичних установок та очисних споруд у системах водоочищення.

Основні завдання дисципліни -

вибір способів, прийомів та технологій в біоенергетиці та для забезпечення водоочищення біологічними методами; підбір та проектування споруд, пристроїв та обладнання в біоенергетичних установках та на водоочисних станціях для ефективного використання відомих технологій та їх вдосконалення. Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни, студенти після засвоєння дисципліни повинні продемонструвати такі результати навчання:

Компетентності:

- знання конструкцій та роботи біогазових установок;
- знання конструктивних особливостей і роботи споруд, пристроїв та обладнання для водоочищення;
- досвід проектування обладнання в біоенергетиці та водоочищенні;
- вміння аналізувати перспективи розвитку та вдосконалення обладнання та споруд в галузях біоенергетики та водоочищення;
- знання правил охорони праці і безпеки життєдіяльності при експлуатації біоенергетичних установок та очисних споруд систем водовідведення.

Результати навчання:

- в умінні розв'язувати прикладні завдання;
- у набутті досвіду використання методик розрахунку споруд та обладнання у біоенергетиці та водоочищенні;
- в умінні проектувати обладнання та споруди у біоенергетиці та водоочищенні;
- у набутті досвіду роботи з проектною документацією, типовими проектами, нормативною та довідковою літературою.

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

Ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні дисциплін: хімії (загальної та неорганічної, фізичної, колоїдної, органічної, аналітичної, біохімії), фізики, мікробіології, екології.

Використовується при виборі, розрахунках і проектуванні споруд і обладнання в технологіях водоочищення для підвищення ефективності біологічного очищення води і стічних вод, одержання якісної очищеної води, відповідно до санітарних норм, в технологіях переробки утворених при очищенні води відходів, одержання біогазу, а також при виконанні проектних та наукових робіт з біоенергетики та водоочищення.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ. Обладнання та проектування в біоенергетиці.

Тема 1.1. Вступ.

Завдання, об'єкти, використання. Нові світові досягнення в галузях біоенергетики та водоочищення. Основні принципи проектування споруд, пристроїв та обладнання біоенергетичних установок та станцій водоочищення. Технічні вимоги, нормативні документи.

Тема 1.2. Одержання біоводню, біогазу.

Біореактори для одержання водню за допомогою мікроорганізмів. Фітобіореактори. Конструктивні особливості. Біореактори (ферментатори), призначені для бродіння. Конструкція, обладнання. Область застосування. Метантенки. Конструкція. Типові проекти метантенків. Проектування типового вузла метантенка. Газгольери, класифікація, конструктивні особливості. Техніка безпеки при експлуатації біогазових установок. Проектування біогазових установок.

Тема 1.3. Одержання біодизелю, біоетанолу. Піроліз біомаси.

Реактори для проходження реакції етерифікації. Класифікація. Конструкція кавітаційних реакторів. Реактор з механічним перемішуванням. Особливість конструкції, обладнання. Дріжджові апарати (ферментатори). Конструкція. Бродильні апарати. Обладнання. Брагоперегонні апарати – ректифікаційні колони. Влаштування. Піролізні установки. Трубчасті печі, конструкція, принцип роботи, обладнання. Абляційні пластинчасті реактори. Типи, конструктивні особливості. Реактори киплячого шару. Реактори плазмового піролізу. Принципи проектування установок для одержання біопалива. Техніко-економічні характеристики установок.

Розділ 2. Обладнання та проектування у водоочищенні.

Тема 2.1. Споруди для механічного та фізико-хімічного очищення стічних вод.

Решітки і сита. Призначення і класифікація решіток. Конструкції решіток. Технічні характеристики решіток. Типові проекти будівель решіток. Пісковловлювачі. Конструктивні особливості. Основні характеристики. Принцип роботи. Типи відстійників. Конструктивні особливості. Основні характеристики. Принцип роботи. Флотаційні установки. Класифікація, область застосування. Конструктивні особливості. Принципи проектування флотаційних установок.

Тема 2.2. Споруди біологічного очищення стічних вод, обладнання.

Споруди біологічного очищення стічних вод у природних та штучних умовах. Біологічні фільтри і аеротенки. Класифікація біофільтрів. Біофільтри з об'ємним завантаженням. Конструктивні особливості. Біофільтри з площинним завантаженням. Проектування біофільтрів. Класифікація аеротенків. Типові проекти аеротенків. Класифікація систем аерації. Проектування аераторів на плані аеротенка. Пневматичні системи аерації, влаштування та обладнання. Техніко-економічна оцінка систем аерації.

Тема 2.3. Споруди для обробки та знешкодження осадів стічних вод. Обладнання для механічного зневоднення, термічного сушіння і спалювання осадів. Охорона праці.

Споруди для ущільнення осадів. Конструкції мулоущільнювачів. Споруди для аеробної стабілізації осадів. Аеробні стабілізатори. Конструкція. Типові рішення. Споруди для зневоднення осадів у природних умовах, їх проектування. Пристрої для механічного зневоднення осадів: вакуум-фільтри, фільтр-преси, центрифуги та їх проектування. Сушарки, типи, обладнання. Проектування сушильної установки. Печі для спалювання осадів, конструкції.

Охорона праці та безпека життєдіяльності при обслуговуванні біоенергетичних та водоочисних споруд. Поточний і капітальний ремонт обладнання й споруд у біоенергетиці та водоочищенні.

Рекомендована література

Базова:

- 1. 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.**
- 2. 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.**
- 3. Поліщук В. М. Процеси та обладнання біотехнологічного виробництва газових біопалив / Навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2015. – 244 с.**

Допоміжна:

- 4. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. - Рівне: НУВГП, 2013. – 292 с.**
- 5. Кононцев С. В., Саблій Л.А., Гроховська Ю.Р. Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2011. – 151 с.**

6. Запольський А.К., Мешкова-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.
7. Голуб Н.Б., Боровик О.Я. *Переробка біомаси: Навчальний посібник для студентів вищих навч. закладів.* – К.: Комп'ютерпрес, 2014. – 170 с.
9. 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. Тузай.* – К. КНУБА, 2013. – С. 110-114.
10. Sabliy 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 ESOpole.* – 2009. - Vol. 3. - No. 2. - P. 373-378. - Режим доступу до журн.: http://tchie.uni.opole.pl/ecoproc09b/SabliyKuziminskiy_PESCO09_2.pdf
11. Саблій Л.А., Козар М.Ю. *Ефективна технологія очищення стічних вод солодового заводу / Вісник Інженерної академії України.* – 2013. - № 3-4. – С. 209-212.
12. Саблій Л.А., Козар М.Ю. *Ефективність біологічного видалення сполук фосфору із стічних вод в різних кисневих умовах / Енергетика: економіка, технології, екологія. Науковий журнал.* – К: НТУУ «КПІ», 2013. - № 2 (33). – С. 104-107.
13. 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.
14. Саблій Л.А. *Очищення стічних вод шкіряних заводів фізико-хімічними та біологічними методами Вісник Київ. нац. ун-ту технологій та дизайну.* - К.: КНУТД, 2012. - № 6 (68). - С. 91-97.
15. Саблій Л.А. *Моделювання процесів в біоценозі біореакторів при очищенні висококонцентрованих стічних вод / Вісник Інженерної академії України.* – 2012. - № 3-4. - С. 280-283.
16. Саблій Л.А., Жукова В.С. *Очищення стічних вод від сполук азоту / Науковий вісник будівництва.* - Х.: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2011. - Вип. 63. - С. 431-435.
17. Мацнев А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. *Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля.* – Рівне: ВАТ “Рівненська друкарня”, 2002. - 462 с.
18. *Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5 – 75: 2013 [Видання офіц.] / Оглобля О. (наук. керівник), Пархомович Г., Буланій О., Саблій Л.А. та ін.* – К.: Мінрегіон України. – 2013. – 128 с.
19. Саблій Л.А., Бунчак О.М., Жукова В.С. *Практикум з біотехнологій очищення води : навч. посіб.* – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, вид-во «Політехніка», 2022. – 108 с.
20. СанПиН 4630-88 *Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения.*
21. Волошин М.Д. *Удосконалення технологій біологічної очистки стічних вод.* – Дніпродзержинськ: Дніпродзержинський держ. техн ун-т, 2009. – 230 с.
22. Кернасюк Ю. *Біогазова альтернатива розвитку АПК України / Агробізнес сьогодні.* – N 18 (265), 2013.

Інформаційні ресурси:

23. *Біогазові технології в Україні. Встановлення та робота біогазових установок.* – Центр біогазових технологій. – Львів, 2011. – 30 с.
24. www.cba.org.ua/one/images/stories/CBA_news/Innovation_in_CBA/Budivnyctvo_i_ekspl_Biogas_2011.pdf
25. Марчук Л.П. *Біогазові технології в аграрному секторі економіки України, 2013.*
26. Dspace.tnpu.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/541/1/Тези%20Марчук.Біогазові%20технології.pdf
27. Мироненко В.Г. та ін. *Технології та технічні засоби виробництва біодизеля.* Elibrary.nubip.edu.ua/6031/1/10mvgpob.pdf
28. www.hrs-heatexchangers.com/ru/applications/biofuels/bioethanol/default.aspx.

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><u>Лекція 1. Вступ. Обладнання та проектування в біоенергетиці. Одержання біоводню, біогазу.</u> Завдання, об'єкти, використання. Нові світові досягнення в галузях біоенергетики та водоочищення. Перспективи розвитку в Україні та світі. Основні принципи проектування споруд, пристроїв та обладнання біоенергетичних установок та станцій водоочищення. Технічні вимоги, нормативні документи. Біореактори для одержання водню за допомогою мікроорганізмів. Фітобіореактори. Конструктивні особливості. Біореактори (ферментатори), призначені для бродіння. Конструкція, обладнання. Область застосування. Метантенки. Конструкція. Типові проекти метантенків. Газгольдери. Класифікація. Конструктивні особливості. Техніка безпеки при експлуатації біогазових установок. Проектування біогазових установок. Література: (1); (2); (3).</p>
2	<p><u>Лекція 2. Одержання біодизелю, біетанолу. Піроліз біомаси.</u> Реактори для проходження реакції етерифікації. Класифікація. Конструкція кавітаційних реакторів. Переваги і недоліки. Реактор з механічним перемішуванням. Особливість конструкції, обладнання. Дріжджові апарати (ферментатори). Конструкція. Бродильні апарати. Обладнання. Бродильна установка. Брагоперегонні апарати – ректифікаційні колони. Влаштування. Піролізні установки. Трубчасті печі, конструкція, принцип роботи, обладнання. Абляційні пластинчасті реактори. Типи, конструктивні особливості. Реактори киплячого шару. Реактори плазмового піролізу. Принципи проектування установок для одержання біопалива. Техніко-економічні характеристики установок. Література: (1); (2); (3).</p>
3	<p><u>Лекція 3. Обладнання та проектування у водоочищенні. Споруди для механічного та фізико-хімічного очищення стічних вод.</u> Решітки і сита. Призначення і класифікація решіток. Конструкції решіток. Технічні характеристики решіток. Типові проекти будівель решіток. Пісковловлювачі. Типи пісковловлювачів. Конструктивні особливості. Основні характеристики. Принцип роботи. Пристрої для видалення піску. Призначення і класифікація відстійників. Типи відстійників. Конструктивні особливості. Основні характеристики. Принцип роботи. Відстійники спеціального призначення: нафто-, жиро-, смоло-, шерсте-, вовновловлювачі; особливість конструкції. Флотаційні установки. Класифікація, область застосування. Конструктивні особливості. Напірні флотаційні установки, класифікація, конструкція флотаційної камери, обладнання. Електрофлотатори. Принципи проектування флотаційних установок. Література: (1); (2); (3).</p>

4	<p><u>Лекція 5. Споруди біологічного очищення стічних вод, обладнання.</u></p> <p>Споруди біологічного очищення стічних вод у природних та штучних умовах. Біологічні фільтри і аеротенки. Класифікація біофільтрів. Біофільтри з об'ємним завантаженням: краплинні, високонавантажувальні, баштові. Конструктивні особливості. Біофільтри з площинним завантаженням. Проектування біофільтрів. Класифікація аеротенків. Конструктивні особливості аеротенків-витиснювачів і аеротенків-змішувачів. Типові проекти аеротенків. Класифікація систем аерації. Проектування аераторів на плані аеротенка. Пневматичні системи аерації, влаштування та обладнання. Механічні аератори. Переваги і недоліки механічних аераторів. Пневмомеханічні аератори. Струминні аератори. Техніко-економічна оцінка систем аерації.</p> <p><i>Література: (1); (2).</i></p>
5	<p><u>Лекція 5. Споруди для обробки та знешкодження осадів стічних вод. Обладнання для механічного зневоднення, термічного сушіння і спалювання осадів.</u></p> <p>Споруди для ущільнення осадів. Конструкції мулоущільнювачів. Споруди для аеробної стабілізації осадів. Аеробні стабілізатори. Конструкція. Типові рішення. Споруди для зневоднення осадів у природних умовах. Мулові майданчики. Влаштування карт. Проектування мулових майданчиків, дренажних труб. Пристрої для механічного зневоднення осадів: барабанні вакуум-фільтри, фільтр-преси, центрифуги та їх проектування. Типові проекти корпусів механічного зневоднення осадів на вакуум-фільтрах, фільтр-пресах. Сушарки, типи. Проектування сушильної установки: сушарки й допоміжного обладнання. Печі для спалювання осадів, конструкції.</p> <p>Охорона праці та безпека життєдіяльності при обслуговуванні біоенергетичних та водоочисних споруд. Поточний і капітальний ремонт обладнання й споруд у біоенергетиці та водоочищенні.</p> <p><i>Література: (1); (2).</i></p>

Практичні заняття

Основними завданнями циклу практичних занять з дисципліни «Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні» є формування у студентів вміння розв'язувати прикладні завдання, виконувати розрахунки очисних споруд для біогазових установок та біологічного очищення стічних вод, вибирати типові проекти та конструкторські рішення, працювати з нормативними, довідковими джерелами, проектною та конструкторською документацією.

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	<p>Розрахунок аеротенків та обладнання.</p> <p><i>Література: (2); (18); (19).</i></p>
2	<p>Розрахунок і проектування аерофільтрів та обладнання.</p> <p><i>Література: (2); (18); (19).</i></p>
3	<p>Розрахунок витрат осадів і надлишкового активного мулу при очищенні стічних вод. Розрахунки метантенків і газгольдерів та підбір обладнання.</p> <p><i>Література: (2); (18); (19).</i></p>
4	<p>Модульна контрольна робота</p>

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (18 годин), модульної контрольної (2 години), виконання ДКР (10 годин), підготовка до іспиту (30 годин) та самостійне вивчення тем, перелік яких наводиться нижче (72 годин).

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання, та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	<u>Виконання ДКР:</u> <u>Розрахункова частина:</u> 1. Визначення розрахункових витрат і концентрацій забруднювачів стічних вод. 2. Вибір технології біологічного очищення стічних вод. 3. Розрахунки біологічної очисної споруди та вибір необхідного для її роботи обладнання. 4. Виконання схеми біологічної очисної споруди з розміщенням обладнання. <u>Оформлення, захист:</u> - Оформлення пояснювальної записки. - Подання ДКР на перевірку. - Захист ДКР. <i>Література: (1); (2); (4); (5); (8); (17-19); (20-23).</i>	10
	<u>Теми:</u>	
2	Анаеробні біореактори з гранульованим мулом для очищення висококонцентрованих стічних вод та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (4); (8).</i>	7
3	Проектування UASB і EGSB-реакторів для очищення стічних вод харчової промисловості та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (4); (8).</i>	7
4	Біореактори з носіями іммобілізованих мікроорганізмів типу ВІЯ та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (4); (5); (9-16).</i>	7
5	Проектування біореакторів з носіями іммобілізованих мікроорганізмів типу ВІЯ на базі коридорних аеротенків та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (4); (5); (9-16).</i>	7
6	Анаеробні біофільтри для очищення висококонцентрованих стічних вод та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (4); (8).</i>	6
7	Анаеробні гібридні біореактори для очищення стічних вод та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (4); (8).</i>	6
8	Біодискові фільтри та їх обладнання. Проектування біодискових фільтрів та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (4); (8).</i>	6
9	Біогазові установки та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (3); (24); (22-28).</i>	7
10	Проектування біогазових установок та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (3); (24); (22-28).</i>	6
11	Метантенки для переробки відходів та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (3); (24); (22-28).</i>	7
12	Проектування вузла метантенків та їх обладнання. <i>Література: (1); (2); (3); (24); (22-28).</i>	6

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (0,5 балів). 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: МКР (20 балів), виконання ДКР (40 балів). Загальна сума балів за семестрову роботу – 60 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни (додаток 2).

Семестровий контроль: іспит. Загальна сума балів на іспиті – 40 балів. Докладніша інформація щодо проведення та оцінювання наведена в PCO з дисципліни (додаток 2).

Умови допуску до семестрового контролю: написання МКР, виконання і захист ДКР 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 № 18 від 25.05.2023 р.).

Погоджено методичною комісією факультету (протокол № 11 від 26.06.2023 р.).

Завдання на модульну контрольну роботу

1. Які стадії включають проєктні роботи в біоенергетиці та водоочищенні? Які організації можуть виконувати такі роботи? Яка мета проєктних робіт? Яка послідовність виконання проєктних робіт?
2. Які роботи включає стадія техніко-економічного обґрунтування при виконанні проєктних робіт? Коли її виконують? Наведіть приклади. Що таке оптимальне рішення?
3. Які роботи включають передпроєктні вишукування? Які організації їх проводять? Яка мета передпроєктних вишукувань?
4. Які роботи включає стадія технічного проєкту? Що таке завдання на проєктування? Які дані включають у завдання на проєктування? Хто підписує завдання на проєктування?
5. Які приймають вихідні дані на проєктування? Як їх визначають? Наведіть приклади.
6. Які документи включає виконана проєктна робота? Хто підписує проєктну роботу?
7. Що таке експертиза проєктів? Які бувають види експертизи у проєктів з очищення стічних вод? Хто здійснює експертизу?
8. Яка роль проєктної організації на стадії впровадження проєктної роботи на виробництві? За якими роботами проєктна організація проводить нагляд? Наведіть приклади.
9. Споруди механічного очищення стічних вод. Решітки. Призначення і класифікація решіток. Принцип конструкції і роботи решітки.
10. Порівняйте різні типи решіток: ручні, механізовані, самоочисні. Переваги їх і недоліки. Область застосування.
11. Порівняйте вертикальні і похилі механізовані решітки. Влаштування, принцип їх роботи, переваги, недоліки.
12. Самоочисні механізовані решітки, влаштування, принцип роботи, ефективність. Переваги і недоліки.
13. Решітки-дробарки, влаштування, принцип роботи. Переваги і недоліки.
14. Обладнання і проєктування будівлі решіток. Основні принципи проєктування будівлі в плані і по висоті. Допоміжні приміщення, їх призначення.
15. Пісковловлювачі. Типи пісковловлювачів: горизонтальні, тангенційні, аеровані, вертикальні. Область застосування.
16. Порівняйте горизонтальні пісковловлювачі - прямолінійні і з коловим рухом води, влаштування, принцип роботи, переваги, недоліки.
17. Порівняйте горизонтальні прямолінійні і вертикальні пісковловлювачі, влаштування, принцип роботи, переваги, недоліки.
18. Принцип роботи і влаштування аерованого пісковловлювача. Переваги. Ефективність роботи.
19. Принцип роботи і влаштування тангенційного пісковловлювача. Переваги. Ефективність роботи.
20. Способи і обладнання для видалення піску з пісковловлювачів. Принцип роботи цього обладнання. Порівняйте обладнання за ефективністю роботи.

21. Принципи проектування горизонтальних пісковловлювачів у плані і по висоті. Наведіть схему.
22. Призначення і класифікація первинних відстійників. Типи відстійників: горизонтальні, радіальні, вертикальні, тонкошарові. Конструктивні особливості.
23. Порівняйте вертикальні і горизонтальні первинні відстійники. Влаштування. Принцип роботи. Переваги і недоліки.
24. Порівняйте горизонтальні і радіальні первинні відстійники. Влаштування і принцип роботи. Переваги і недоліки.
25. Способи і обладнання для видалення осаду з первинних відстійників різних типів. Принцип роботи. Порівняйте це обладнання за ефективністю.
26. Принципи проектування горизонтальних первинних відстійників в плані і по висоті. Наведіть схему.
27. Аеротенки. Класифікація аеротенків. Конструктивні особливості аеротенків-витиснювачів і аеротенків-змішувачів.
28. Порівняйте аеротенки-витиснювачі і аеротенки-змішувачі за принципом роботи. Переваги і недоліки.
29. Проектування аеротенків-витиснювачів з регенераторами активного мулу. Наведіть схему в плані.
30. Проектування аеротенків-змішувачів з регенерацією активного мулу. Наведіть схему.
31. Класифікація систем аерації. Порівняйте системи аерації за технічною і економічною ефективністю.
32. Що таке аератори? Яке призначення аераторів? Які типи аераторів бувають? Наведіть приклади. Від чого залежить розмір бульбашок, утворених аератором?
33. Влаштування в аеротенках дрібнобульбашкової пневматичної аерації. Наведіть схему.
34. Конструктивні особливості фільтросних пластин. Наведіть схему влаштування фільтросних пластин в аеротенку.
35. Конструктивні особливості середньобульбашкової системи аерації. Яка конструкція аераторів? Наведіть приклади.
36. Конструктивні особливості крупнобульбашкової системи аерації. Яка конструкція аераторів? Наведіть приклади.
37. Конструктивні особливості механічних аераторів. Яка конструкція аераторів? Принцип роботи? Наведіть приклади.
38. Конструктивні особливості струминних аераторів. Яка конструкція аераторів, принцип роботи? Наведіть приклади.
39. Проектування і влаштування повітрорудних станцій. Яке обладнання влаштовують в повітрорудних станціях?

Додаток 2

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) 1 модульну контрольну роботу;
- 2) виконання та захист ДКР.

Система рейтингових (вагових) балів занять і рейтингових оцінок за видами контролю

№ з/п	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
1	ДКР			
	- ваговий бал Γ_k	40	1	40
	- якість виконання і захист*	0-40		
2	Модульна контрольна робота			
	- ваговий бал Γ_k	20	1	20
	- якість виконання**	0-20		
	Всього			60

* - Якість виконання ДКР і захист (захист включає знання з лекційного матеріалу):

захист роботи - 5 балів;
захист без презентації - 3 бали;
правильно виконана робота - 30 - 35 балів;
робота виконана з помилками в одному завданні - 24 - 29 балів;
робота виконана з помилками у двох завданнях - 18 - 23 балів;
робота не захищена - 0 балів.

** - Якість виконання модульної контрольної роботи: повна розкрита відповідь

- 16 - 20 балів;
помилка в одному завданні або неповна відповідь в двох завданнях - 12 - 15 балів;
помилка в одному завданні або неповна відповідь на усі завдання - 8 - 11 балів;
помилка в двох завданнях - 4 - 7 балів;
робота не захищена - 0 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 20 + 40 = 60 \text{ балів}$$

Форма атестації передбачена у вигляді іспиту з сумою балів 40, тому рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R_c = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до семестрової атестації є написання МКР, виконання та захист РГР 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

Іспитова робота являє собою відповідь на білет, який містить у собі 4 теоретичні питання. Відповідь на кожне питання оцінюється 0-10 балів.

Критерії оцінювання відповіді на питання:

- повна розгорнута відповідь на питання – 9-10 балів;
- правильна, але неповна відповідь – 7-8 бали;
- відповідь з несуттєвими помилками – 5-6 балів;
- відповідь з грубими помилками - 4 бали;
- неправильна відповідь або відсутність відповіді (робота не зарахована), 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 іспит

1. Основні принципи проектування споруд, пристроїв та обладнання біоенергетичних установок та станцій водоочищення.
2. Споруди для механічного очищення стічних вод. Призначення і класифікація решіток.
3. Дробарки, транспортери для відходів. Обладнання і проектування будівлі решіток.
4. Пісковловлювачі. Конструктивні особливості горизонтальних пісковловлювачів – прямолінійних і з круговим рухом води.
5. Порівняння горизонтальних і вертикальних пісковловлювачів за конструкцією і ефективністю роботи.
6. Порівняння тангенційних і аерованих пісковловлювачів за конструкцією і ефективністю роботи.
7. Обладнання для видалення піску з пісковловлювачів.
8. Споруди і пристрої для зневоднення піску з пісковловлювачів.
9. Призначення і класифікація первинних відстійників, їх конструктивні особливості.
10. Порівняння горизонтальних і вертикальних відстійників за конструкцією і ефективністю роботи.
11. Порівняння горизонтальних і радіальних відстійників за конструкцією і ефективністю роботи.
12. Обладнання для видалення осаду з первинних відстійників та його влаштування у відстійниках.
13. Аеротенки. Класифікація аеротенків, їх влаштування.
14. Конструктивні особливості аеротенків-витиснювачів, їх обладнання.
15. Конструктивні особливості аеротенків-змішувачів, їх обладнання.
16. Влаштування і проектування аеротенків з регенераторами і без.
17. Класифікація систем аерації. Влаштування в аеротенках.

18. Конструктивні особливості пневматичних аераторів, їх класифікація, обладнання і застосування.
19. Конструктивні особливості механічних аераторів, обладнання і їх застосування.
20. Пневмомеханічні і струминні аератори, обладнання і їх застосування.
21. Вторинні відстійники. Конструкції вторинних відстійників, їх обладнання. Область застосування.
22. Обладнання для видалення активного мулу, що осів у вторинних відстійниках, та його влаштування у відстійниках.
23. Пристрої для знезараження стічних вод. Хлоратори. Обладнання будівлі хлораторної.
24. Споруди для знезараження стічних вод. Змішувачі стічних вод із хлорною водою. Контактні резервуари, їх обладнання.
25. Споруди для зброджування осадів, які утворюються при очищенні стічних вод. Метантенки, їх конструкції. Проектування метантенків.
26. Обладнання метантенків для нагріву осаду і його влаштування в метантенках.
27. Обладнання метантенків для перемішування осаду і його влаштування в метантенках.
28. Обладнання метантенків для збору і видалення біогазу і його влаштування в метантенках.
29. Газгольдери. Класифікація. Конструктивні особливості.
30. Біогазові установки, призначення, споруди і обладнання.

Додаток 4

Приклади варіантів завдань на ДКР

Варіант 1.

Завдання на ДКР

з дисципліни «Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні» студенту _____

1. Розрахувати аеротенки для біологічного очищення стічних вод міста та їх обладнання, підібрати типові проекти за таких вихідних даних: середньодобова витрата міських стічних вод $35000 \text{ м}^3/\text{добу}$; показники неочищених СВ - завислі речовини 240 мг/дм^3 , БСК_{повн} – 275 мг/дм^3 ; середньомісячна температура стічних вод за літній період $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Показники біологічно очищеної стічної води прийняти за завислими речовинами - 15 мг/дм^3 , БСК_{повн} – 15 мг/дм^3 . Стічні води попередньо пройшли механічне очищення в спорудах: решітках, пісковловлювачах та первинних відстійниках.
2. Накреслити схему аеротенка з необхідним обладнанням, показати висотні відмітки.
3. Накреслити фрагмент апаратурної схеми – аеротенк, вторинний відстійник, регенератор.

Викладач _____

Варіант 2.

Завдання на ДКР

з дисципліни «Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні» студенту _____

1. Розрахувати метантенки для переробки осадів, які утворюються на очисній станції з аеротенками: сирий осад з первинних відстійників і ущільнений НАМ, та їх

обладнання, підібрати типові проекти за таких вихідних даних: середньодобова витрата міських стічних вод $90000 \text{ м}^3/\text{добу}$; показники неочищених СВ - завислі речовини $235 \text{ мг}/\text{дм}^3$, БСК_{повн} – $270 \text{ мг}/\text{дм}^3$, СПАР – $13,5 \text{ мг}/\text{дм}^3$; середньомісячна температура стічних вод за літній період $20 \text{ }^\circ\text{C}$; ефект очищення від ЗР в первинних відстійниках – 40%. Показники біологічно очищеної стічної води прийняти за завислими речовинами - $15 \text{ мг}/\text{дм}^3$, БСК_{повн} – $15 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

2. Накреслити схему метантенка з необхідним обладнанням, показати висотні відмітки.
3. Накреслити фрагмент апаратурної схеми – мулоущільнювач, метантенк, газгольдер.

Викладач _____

Варіант 3.

Завдання на ДКР

з дисципліни «Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні»

студенту _____

1. Розрахувати аерофільтри для біологічного очищення стічних вод міста та їх обладнання, підібрати типові проекти за таких вихідних даних: середньодобова витрата міських стічних вод $15000 \text{ м}^3/\text{добу}$; БСК_{повн} неочищених СВ – $210 \text{ мг}/\text{дм}^3$; середньозимова температура стічних вод $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Показник біологічно очищеної стічної води прийняти за БСК_{повн} – $20 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Стічні води попередньо пройшли механічне очищення в спорудах: решітках, пісковловлювачах та первинних відстійниках.
2. Накреслити схему аерофільтра з необхідним обладнанням, показати висотні відмітки.
3. Накреслити фрагмент апаратурної схеми – аерофільтр, вторинний відстійник.

Викладач _____

Варіант 4.

Завдання на ДКР

з дисципліни «Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні»

студенту _____

1. Розрахувати аеробні стабілізатори для переробки осадів, які утворюються на очисній станції з аеротенками: сирий осад з первинних відстійників і неушільнений НАМ, та їх обладнання, підібрати типові проекти за таких вихідних даних: середньодобова витрата міських стічних вод $65000 \text{ м}^3/\text{добу}$; показники неочищених СВ - завислі речовини $204 \text{ мг}/\text{дм}^3$, БСК_{повн} – $248 \text{ мг}/\text{дм}^3$; середньомісячна температура стічних вод за літній період $20 \text{ }^\circ\text{C}$; ефект очищення від ЗР в первинних відстійниках – 30%. Показники біологічно очищеної стічної води прийняти за завислими речовинами - $15 \text{ мг}/\text{дм}^3$, БСК_{повн} – $15 \text{ мг}/\text{дм}^3$.
2. Накреслити схему аеробного стабілізатора із зоною ущільнення з необхідним обладнанням, показати висотні відмітки.
3. Накреслити фрагмент апаратурної схеми – аеробний стабілізатор, зона ущільнення (або осадоущільнювач), камера дегельмінтизації.

Викладач _____