



БІОЕНЕРГЕТИКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Дисципліни – Біоенергетика

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Перший бакалаврський (освітньо-професійний)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>210 годин / 7 кредитів ECTS (лекції – 72 год., практичні заняття – 36 год., самостійна робота – 102 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>2 лекції – один раз на тиждень, 1 практичне заняття – один раз на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н, доцент, Будько Марина Олександрівна, 0679448959, email: budko.marina@lil.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Біоенергетика» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей: K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; K08. Здатність працювати автономно; K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; K22. Здатність застосовувати методи діагностики стану обладнання та устаткування відновлюваної енергетики, проводити сертифікацію та експертизу об'єктів відновлюваної енергетики; K23. Здатність перевіряти технічний стан, організовувати обслуговування та ремонт електроенергетичних та електротехнічних систем, пристроїв, комплексів та устаткування традиційної та відновлюваної енергетики; K24. Здатність використовувати нові

технології в електроенергетиці, брати участь в модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричних пристроїв, систем та комплексів традиційної та відновлюваної енергетики; К26. Здатність забезпечувати моделювання електротехнічних об'єктів і технологічних процесів виробництва, передачі та розподілу електричної енергії з використанням стандартизованих пакетів і засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.

Предмет навчальної дисципліни.

Визначення процесів перетворення енергії біомаси, що відбуваються в біоенергетичних установках; процеси отримання нових видів палив з біосировини різного походження; використання біопалив в енергетичних установках по виробництву електричної та теплової енергії; особливості роботи біоенергетичних установок по виробництву нових видів біопалив з різного виду біосировини.

Програмні результати навчання:

ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок; ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність; ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни; ПР20. Знати існуючі підходи до проектування, виготовлення, випробувань та експлуатації обладнання та устаткування нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР21. Знати методи і порядок проектування об'єктів нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР22. Знати електрофізичні та теплотехнічні процеси і явища, що відбуваються в обладнанні та устаткуванні нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР23. Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергії; ПР24. Знати методи вирівнювання електротехнічних характеристик обладнання та устаткування нетрадиційної та відновлюваної енергетики; ПР25. Знати заходи підтримки та зміни режимів роботи систем електроживлення, обладнання електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики, систем блискавкозахисту та захисту від перенапруг; ПР26. Знати фактори, що призводять до виникнення незворотних процесів в устаткуванні та обладнанні електричних станцій та об'єктів відновлюваної енергетики.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати знання з дисциплін «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Вступ до спеціальності», «Тепломасообмін», «Технічна термодинаміка». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення дисциплін «Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел енергії», «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії».

3. Зміст освітньої компоненти

1. Вступ до біоенергетики.
2. Види енергетичної біомаси та методи отримання енергії з неї.
3. Сировинна база для отримання біодизельного палива. Характеристики олійних культур. Високотехнологічні культури. Основна біосировина для виробництва біодизельного палива, яка вирощується в Україні.
4. Фізико-хімічні властивості біодизельного палива.
5. Методи та технології отримання біодизельного палива.
6. Розрахунку об'єму реактора переестерифікації періодичної дії.
7. Технологія отримання біодизельного палива з мікроводоростей.
8. Переваги та недоліки використання біодизельного палива.
9. Методи та технології отримання спиртового біопалива. Технологія отримання метанолу.

10. Сировинна база для отримання біоетанолу. Характеристика культур для його виробництва. Високотехнологічні культури.

11. Технологія отримання біоетанолу.

12. Підходи повного використання виробничих відходів і побічних продуктів спиртового виробництва.

13. Технологія отримання біобутанолу.

14. Використання спиртових сумішей в двигунах внутрішнього згорання.

15. Газифікація біомаси.

16. Екологічні аспекти використання твердої біомаси.

17. Технології переробки біомаси в паливні брикети та пелети.

18. Сировинна база для отримання паливних гранул.

19. Технологія брикетування.

20. Світова та українська практика виробництва та використання паливних гранул.

21. Характеристика біовідходів для виробництва біогазу.

22. Технологія виробництва біогазу.

23. Технології видобування та утилізації біогазу полігонів ТПВ.

24. Технології енергетичного використання відходів очисних споруд.

25. Дослідження біосистем та процесу фотосинтезу.

26. Технології виробництва біопалива з мікроводоростей.

2. Навчальні матеріали та ресурси

1. Біоенергетика: Курс лекцій. Частина 1 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньо-професійною програмою «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. М. О. Будько. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,89 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 109 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45609>

2. Забарний Г. М., Кудря С. О., Кондратюк Г. Г., Четверик Г. О. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України // ІВЕ НАН України. – К.: 2006. – 226 с.

3. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. Блюм Я.Б. Григорюк І.П. Дмитрук К.В. Дубровін В.О. Ємець А.І. Мельничук М.Д. Мироненко В.Г. Рахметов Д.Б. Сибірний А.А. Циганков С.П. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2014. – 360 с.

4. Перспективи використання мікроводоростей у біотехнології / О.К. Золотарьова, Є.І. Шнюкова, О.О. Сиваш, Н.Ф. Михайленко; Під ред. О.К. Золотарьової. – К.: Альтерпрес, 2008. – 234 с.

5. Відновлювані джерела енергії / За ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.

6. Берташ Б. М., Галуха В. Л., Микитин Т. М. Все про біомасу. Науково-популярне видання – Рівне, Громадська організація «Рівненський центр маркетингових досліджень», 2011 – 36 с.

7. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк, В.О.Дубровін, А.І. Ємець, Г.М. Забарний, Г.М.Калетнік, М.Д.Мельничук, В.Г. Мироненко, Д.Б. Рахметов, С.П. Циганков - К: «Аграр Медіа Груп», 2010. - 326 с.

8. Рибак Л. Х. Сучасний стан та перспективи розвитку виробництва біопалива в Україні / Л. Х. Рибак, В. В. Білозора // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Вип. 141. – К.: НУБІПУ, 2009. – С.264-267.

Допоміжна

9. Красінько В.О. Біоенергетика та охорона довкілля [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. спец. 7.05140101 «Промислова біотехнологія» ден. та заоч. Форм навч. / В.О. Красінько. – К.: НУХТ, 2013. – 88 с.

10. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії / О.І. Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен, О.О. Ситник, А.В. Чернявський, Г.В. Курбаса / за заг. ред. О.І. Солов'я. – Черкаси: Вид. ЧДТУ, 2007. – 484 с.

11. Енергетичний потенціал біомаси в Україні: аналітична записка /Лакида П.І., Гелетуша Г.Г., Василюшин Р.Д. та ін., відповід. наук. ред. д.с.-г.н., проф. П.І. Лакида. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 28 с.

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<p>Тема 1.1. Соціально-економічне значення біоенергетики. Загальна характеристика та стадії розвитку біоенергетики світу та України. Класифікація видів біопалива.</p> <p>Лекція 1. Структура курсу. Світові процеси розвитку біоенергетики. Класифікація видів біопалива за агрегатним станом та за поколінням. Вихідні біоресурси.</p> <p>літературні джерела [1, 3, 5, 6, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
2	<p>Тема 1.2. Методи отримання енергії з біомаси. Потенціал України традиційної і відновлюваної енергетики.</p> <p>Лекція 2. Методи отримання енергії з біомаси. Трансформація біомаси. Термінологія біоенергетики.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 5,] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
3	<p>Тема 1.3. Потенціал України традиційної і відновлюваної енергетики.</p> <p>Лекція 3. Потенціал України традиційної і відновлюваної енергетики (паливний та енергетичний). Методи оцінки кількості сільськогосподарських земель, які можливо використати для вирощування біосировини. Аналіз перспектив вирощування в Україні сільгоспкультур, як сировини для виробництва біопалива. Методика підрахунків ресурсів біопалива. Енергетичний потенціал рідкого палива України.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 5, 7, 11] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
4	<p>Тема 2.1 Сировинна база для отримання біодизельного палива.</p> <p>Лекція 4. Сировинна база для отримання біодизельного палива. Характеристика олійних культур. Високотехнологічні культури. Основна біосировина для виробництва біодизельного палива, яка вирощується в Україні.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 4, 5, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
5	<p>Тема 2.2. Методи та технології виробництва біодизельного палива</p> <p>Лекція 5. Основні фізико-хімічні властивості біодизельного палива. Технологічні та апаратурні схеми виробництва біодизельного палива.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 5, 7]</p>

	<i>електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</i>
6	<i>Лекція 6. Переестерифікація рослинних олій. Особливості застосування біодизельного палива в двигунах внутрішнього згорання. Розрахунок об'єму реактора переестерифікації рослинних олій періодичної дії. літературні джерела [1,2, 3, 5, 6, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</i>
7	<i>Тема 2.3. Екологічні та економічні аспекти використання біодизельного палива. Світова та українська практика виробництва та використання біодизельного палива. Лекція 7. Екологічний ефект від використання біодизельного палива. Практично-технічні переваги біодизеля. Можливі області застосування побічних продуктів переробки рослинної культури в біодизельне паливо. Законодавча база. Існуючі та перспективні об'єкти. Реалізовані проекти. літературні джерела [1,2, 3, 5, 7,9,10] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</i>
8	<i>Тема 3.1 Спирти як паливо для карбюраторних двигунів. Лекція 8. Біоспирти – рідке паливо майбутнього. Основна біологічна сировина для виробництва біоспиртів, яка вирощується в Україні. Класифікація біоспиртів. Стандарти якості до біоспиртів. Особливості застосування спиртів у двигунах внутрішнього згорання. літературні джерела [1,2, 5, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</i>
9	<i>Тема 3.2. Методи та технології виробництва біоспиртів. Лекція 9. Основні фізико-хімічні та експлуатаційні характеристики біоспиртів. Технологічні та апаратурні схеми виробництва біометанолу. літературні джерела [1,2] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</i>
10	<i>Лекція 10. Технологічні та апаратурні схеми виробництва біоетанолу. літературні джерела [1,2] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</i>
11	<i>Лекція 11. Технологічна та апаратурна схеми виробництва біобутанолу. Сучасні біоприсадки до традиційних видів палива. літературні джерела [1,2, 5, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</i>
12	<i>Тема 3.3. Екологічні та економічні аспекти використання біоспиртів. Лекція 12. Екологічний ефект від використання біоспиртів. Переваги та недоліки використання біоспиртів у двигунах внутрішнього згорання. Використання побічних продуктів спиртового виробництва. літературні джерела [1,2, 3, 5, 7,9] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</i>
13	<i>Тема 3.4. Світова та українська практика виробництва та використання біоспиртів. Лекція 13. Законодавча база. Існуючі та перспективні об'єкти для виробництва біоспиртів. Реконструкція існуючих спиртзаводів. Концепція виробництва біоспиртів в Україні. літературні джерела [1,2, 3, 5, 7,8]</i>

	електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
14	<p>Тема 4.1. Характеристика твердого біопалива.</p> <p>Лекція 14. Паливно-технологічні характеристики біомаси. Тепловодна здатність біосировини. Якість твердого палива. Види біомаси, які придатні для використання в якості твердого біопалива. Економічний та екологічний ефекти використання твердого біопалива.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 5, 7]</p> <p>електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
15	<p>Тема 4.2. Технології та обладнання для спалювання твердої біомаси.</p> <p>Лекція 15. Характеристика процесу спалювання. Хімічні реакції, що описують процес спалювання біомаси. Фази спалювання біомаси. Конструкції установок для спалювання біомаси. Напрями вдосконалення технологій спалювання біомаси. Обладнання для спалювання біомаси, яке виготовляється в Україні.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 5, 7]</p> <p>електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
16	<p>Тема 4.3. Піроліз біомаси.</p> <p>Лекція 16. Поняття про піроліз біомаси. Типи піролізу. Основні технологічні схеми установок для проведення піролізу біомаси. Характеристика процесу піролізу. Хімічні реакції, що мають місце при проходженні процесу піролізу.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 5, 7]</p> <p>електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
17	<p>Лекція 17. Конструкції установок для піролізу біомаси. Напрямки вдосконалення технологій піролізу біомаси. Напрямки вдосконалення технологічного процесу піролізу.</p> <p>Обладнання для піролізу біомаси, що виготовляється в Україні.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 5, 7]</p> <p>електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
18	<p>Тема 4.4. Газифікація біомаси.</p> <p>Лекція 18. Поняття про газифікацію біомаси. Види газифікації. Основні технологічні схеми установок для газифікації. Характеристика процесу газифікації. Хімічні реакції, що мають місце при проходженні процесу газифікації.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 5, 7]</p> <p>електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
19	<p>Тема 1.1. Газифікація біомаси.</p> <p>Лекція 1. Конструкції установок для газифікації біомаси. Напрямки вдосконалення технологій газифікації. Обладнання для газифікації біомаси, що виготовляється в Україні.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 5, 6, 7]</p> <p>електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
20	<p>Тема 1.2. Екологічні аспекти використання твердої біомаси.</p> <p>Лекція 2. Екологічна вагомість впливу емісії газів на навколишнє середовище. Чинники емісії. Енергоємність процесів енергетичного використання твердої біомаси.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3, 9]</p> <p>електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
21	<p>Лекція 3. Обладнання для підвищення екологічної безпеки використання твердої біомаси. Очистка викидних газів. Напрямки вдосконалення технологій очистки викидних газів, що утворюються при енергетичному використанні твердої біомаси.</p> <p>літературні джерела [1,2, 3,4,6]</p> <p>електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>

22	<p>Тема 2.1. Сировинна база для отримання паливних гранул. Лекція 4. Види біомаси, які придатні для використання в якості вихідної сировини для отримання паливних гранул. Класифікація біосировини. Показники впливу на якість кінцевого продукту. Екологічний ефект використання паливних гранул. літературні джерела [1,2, 3,4,8,11] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
23	<p>Лекція 5. Показники впливу на якість кінцевого продукту. Екологічний ефект використання паливних гранул. літературні джерела [2, 3, 5, 6, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
24	<p>Тема 2.2. Технологія брикетування. Лекція 6. Історія розвитку даного напрямку. Технологічні та апаратурні схеми виробництва паливних гранул. Переваги та недоліки використання. Існуючі світові стандарти до кінцевого продукту. літературні джерела [2, 3, 5, 6, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
25	<p>Тема 2.3. Світова та українська практика виробництва та використання паливних гранул. Лекція 7. Існуючі та перспективні об'єкти для виробництва. Економічні ефекти впровадження та використання паливних гранул. літературні джерела [3, 5, 6, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
26	<p>Тема 3.1. Характеристика біовідходів для виробництва біогазу. Лекція 8. Види біомаси, які придатні для використання в якості вихідної сировини для отримання біогазу. Основні фізико-хімічні характеристики біовідходів, що придатні для отримання біогазу. літературні джерела [2, 3, 5, 6, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
27	<p>Тема 3.2. Технологія виробництва біогазу. Лекція 9. Основні фізико-хімічні властивості біогазу. Анаеробне бродіння органічних речовин (метаногенез). Основні етапи. Фактори впливу на процес метанового бродіння. літературні джерела [1,2, 3, 5, 6, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
28	<p>Лекція 10. Технологічні та апаратурні схеми виробництва біогазу. Екологічний ефект від використання біогазу. Переваги та недоліки існуючих технологій. літературні джерела [1,2, 3, 5, 6, 7] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
29	<p>Тема 3.3. Технології видобування та утилізації біогазу полігонів ТПВ. Лекція 11. Класифікація та склад ТПВ. Технології отримання біогазу на сміттєзвалищах. Шляхи утилізації ТПВ. літературні джерела [1,2, 3, 5, 6, 7, 9] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
30	<p>Лекція 12. Фізико-хімічні процеси, що мають місце при утворенні та використанні біогазу сміттєзвалищ. Конструкції установок для отримання та використання біогазу сміттєзвалищ. Напрямки вдосконалення технологій видобування та використання звалищного газу. літературні джерела [1,2, 3, 5, 6, 7, 9] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>
31	<p>Тема 3.4. Технології енергетичного використання відходів очисних споруд. Лекція 13. Класифікація та склад стічних вод. Біологічне очищення стічних вод (аеробне та анаеробне). Природні та штучні умови біологічного очищення стічних вод. Переваги та недоліки. літературні джерела [1,2, 3, 5, 6, 7, 9] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg</p>

32	Лекція 14. Конструкції біоенергетичних установок, які використовуються для отримання біогазу з відходів очисних споруд. Напрямки вдосконалення технологій отримання та енергетичного використання біогазу з відходів очисних споруд. літературні джерела [1,2, 3, 5, 6, 7, 9] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
33	Тема 4.1 Дослідження біосистем та процесу фотосинтезу. Лекція 15. Історія розвитку морської біотехнології. Характеристика продуцентів. Методи промислового культивування штамів мікроводоростей. Шляхи збільшення синтезу лінідів морськими мікроводоростями. літературні джерела [1, 2, 3, 6] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
34	Тема 4.2. Технології виробництва біопалива з мікроводоростей. Лекція 16. Фізико-хімічні умови технології високопродуктивного культивування біомаси. Оптимальні параметри споживання CO ₂ і режими освітлення. літературні джерела [1,2, 3, 4] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
35	Лекція 17. Процеси розділення та очистки лінідної фракції. Фотореактори для виробництва біомаси мікроводоростей. Переваги та недоліки сучасних біотехнологічних процесів. літературні джерела [1,2, 3,4] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
36	Лекція 18. Потенційні ресурси виробництва біопалива з мікроводоростей. Потенціал подальших наукових досліджень. літературні джерела [1, 2, 3, 4, 10, 11] електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Розрахунок об'єму реактора переестерифікації періодичної дії для отримання біодизелю. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
2	Розрахунок об'єму реактора для отримання біоетанолу. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
3	Розрахунок об'єму реактора для отримання біометанолу. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
4	Розрахунок основних параметрів біогазової установки. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
5	Розрахунок виходу біогазу з вказаної біосировини. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
6	Складання балансу між виходом та споживанням біогазу. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
7	Техніко-економічні розрахунки впровадження біоенергетичних установок. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
8	Розрахунок параметрів біогазової установки та виходу біогазу для водоочисних споруд. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
9	Розрахунок виходу біогазу з мікроводоростей. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg

10	Типові приклади розрахунків процесу отримання біогазу. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
11	Оцінка впливу зовнішніх факторів на отримання біогазу із рослинної сировини. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
12	Типові приклади техніко-економічних показників процесу отримання біогазу із рослинної сировини. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
13	Типові приклади розрахунку параметрів біогазової установки. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
14	Типові приклади розрахунків виходу біогазу з мікрководоростей. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
15	Розрахунок впливу якісних параметрів біомаси на вихід біогазу. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
16	Розрахунок енергетичного балансу процесу анаеробного бродіння. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
17	Розрахунки показників енергетичної ефективності біогазових установок. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg
18	Розрахунок зменшення викидів CO ₂ в атмосферу при виробництві біогазу. електронний курс: https://classroom.google.com/c/MTUyNzE5ODgwNDU5?cjc=3houojg

Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	34
2	Підготовка до практичних занять та виконання практичних завдань	36
3	Підготовка до МКР	2
4	Підготовка до екзамену	30
5	ВСЬОГО	102

Політика та контроль

2. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.

- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *правила захисту індивідуальних завдань: захист реферату з дисципліни здійснюється індивідуально.*
- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Біоенергетика»;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцімережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

3. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: ПЗ, МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за модульну контрольну роботу, семестровий рейтинг більше 30 балів.

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

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- *роботі на практичних заняттях;*
- *відпрацювання та захист лабораторних робіт;*
- *виконання домашньої контрольної роботи;*
- *написання модульної контрольної роботи;*

- виконання завдань самостійної роботи;
- написання екзамену.

<i>ПЗ</i>	<i>МКР</i>	<i>Рс</i>	<i>Рз</i>
36	24	60	40

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 2

*Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 2 бали * 18 = 36 балів*

Критерії оцінювання

- *вірне виконання завдань практичного заняття, активна робота на практичному занятті – 2 бал;*
- *виконання завдань практичного заняття з певними неточностями – 1,5 бали;*
- *виконання завдань практичного заняття з окремими помилками, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті енергетичних процесів – 1 бал;*
- *невірне виконання завдань практичного заняття – 0 балів;*

Модульна контрольна робота

Для зручності проведення проміжної атестації студентів протягом навчального семестру МКР розбита на дві частини:

Ваговий бал кожної частини МКР – 12.

*Максимальний бал за МКР – 12 * 2 = 24.*

Критерії оцінювання

- *вірне виконання завдань модульної контрольної роботи – 12 балів;*
- *виконання завдань модульної контрольної роботи з певними неточностями при відповідях – 8-10 балів;*
- *виконання завдань модульної контрольної роботи з окремими помилками, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті енергетичних процесів – 6-7 балів;*
- *невірне виконання завдань модульної контрольної роботи – 0 балів.*

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з трьох запитань різних розділів силябусу з переліку тем, що виносяться на семестровий контроль.

Перше питання екзаменаційної роботи оцінюється у 14 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 13-10 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів

Наступні два питання екзаменаційної роботи оцінюються у 13 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 13 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 12-9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 8-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів

Критерії оцінювання екзамену

Рейтинг $R_c \geq 0,6 * R$, тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) * R$, тобто 40 – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену $R_e = 40$ балів.

Рейтинг екзамену $R_z = 33 - 40$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену $R_z = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть завдань.

Рейтинг екзамену $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на питання заліку, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг екзамену $R_z \delta 15$ балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє незрозуміння суті процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль:

1. Вступ до біоенергетики.
2. Види енергетичної біомаси та методи отримання енергії з неї.
3. Сировинна база для отримання біодизельного палива Характеристики олійних культур. Високотехнологічні культури. Основна біосировина для виробництва біодизельного палива, яка вирощується в Україні.
4. Фізико-хімічні властивості біодизельного палива.

5. *Методи та технології отримання біодизельного палива.*
6. *Розрахунку об'єму реактора переестерифікації періодичної дії.*
7. *Технологія отримання біодизельного палива з мікроводоростей.*
8. *Переваги та недоліки використання біодизельного палива.*
9. *Методи та технології отримання спиртового біопалива. Технологія отримання метанолу.*
10. *Сировинна база для отримання біоетанолу. Характеристика культур для його виробництва. Високотехнологічні культури*
11. *Технологія отримання біоетанолу.*
12. *Підходи повного використання виробничих відходів і побічних продуктів спиртового виробництва.*
13. *Технологія отримання біобутанолу.*
14. *Використання спиртових сумішей в двигунах внутрішнього згорання.*
15. *Газифікація біомаси.*
16. *Екологічні аспекти використання твердої біомаси.*
17. *Сировинна база для отримання паливних гранул.*
18. *Технологія брекетування.*
19. *Світова та українська практика виробництва та використання паливних гранул.*
20. *Характеристика біовідходів для виробництва біогазу.*
21. *Технологія виробництва біогазу.*
22. *Технології видобування та утилізації біогазу полігонів ТПВ.*
23. *Технології енергетичного використання відходів очисних споруд.*
24. *Дослідження біосистем та процесу фотосинтезу.*
25. *Технології виробництва біопалива з мікроводоростей.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, к.т.н, Будько М.О.

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 9 від 18.05.2023р.).

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023 р.).