



Теоретичні основи і прикладні аспекти біоенергетичних технологій

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Сертифікатна програма	<i>Інжиніринг та автоматизація паливно-енергетичних систем і біоенергетичних технологій</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/ заочна/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 рік навчання, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити 120 годин (36 лекцій, 18 практичних занять, 66 СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., ст. дослідник Яковлева Анна Валеріївна, тел. +38 063 630 89 59, email: a.v.iakovlieva@ill.kpi.ua¹ Практичні / Семінарські: асистент Хотян Артем Анатолійович, тел. +38 068 546 22 07, email: a.khotian@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Доступний на платформі «Google Classroom». Код доступу надається викладачем на першому занятті.</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Перехід на альтернативні джерела енергії та живлення став невід'ємною основою розвитку сучасного суспільства у контексті Сталого розвитку. Основним завданням біоенергетики є забезпечення людства доступними, дешевими, невичерпними та безпечними джерелами енергії. Використання альтернативних джерел енергії на стаціонарних об'єктах та на транспорті є шляхом скороченням імпорту енергоресурсів та забезпечення енергетичної незалежності держави.

Мета вивчення дисципліни – формування у студента теоретичних знань і практичних навичок у галузі альтернативної енергетики (біоенергетики). Вивчення матеріалу даної дисципліни орієнтовано на поглиблене засвоєння основ використання біологічних моторних палив.

¹ Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

Предметом навчальної дисципліни є технологічні процеси одержання енергії, зокрема моторних палив, з біологічних (відновлюваних) енергоресурсів.

Програмні результати навчання:

Здатність до кількісної порівняльної оцінки різних видів і джерел енергетичних ресурсів, систем їх використання. Здатність до побудови ефективних систем використання енергетичних ресурсів, визначення потужності відповідного обладнання. Здатність здійснювати підбір сучасних технологічних рішень для перероблення альтернативних енергоресурсів та одержання високоякісних та доступних палив, у тому числі для транспортного сектору.

Знати принципи функціонування альтернативної енергетики, світові тенденції розвитку та нормаивно-правове регулювання діяльності об'єктів біоенергетики. Знання щодо тенденцій і перспектив розвитку використання традиційних та альтернативних джерел енергії, технологій одержання біоетанолу, біодизелю, біогазу, біокеросину.

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

Навчальна дисципліна «Теоретичні основи і прикладні аспекти біоенергетичних технологій» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як Транспортні системи електромеханічних комплексів, Гідравліка та гідропневмопривод, Електричні машини та Технічна механіка.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни «Теоретичні основи і прикладні аспекти біоенергетичних технологій», є необхідними для фахівців даної спеціальності, які вирішують інженерні завдання у сфері електроенергетики та електротехніки та при вивченні дисциплін «Фундаментальні основи раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-енергетичних ресурсів», «Технічне регулювання, стандартизація та сертифікація в енергетиці» тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

- **Розділ 1. Вступ до курсу «Теоретичні основи і прикладні аспекти біоенергетичних технологій»:**

Тема 1.1. Загальні поняття про біоенергетику та сталий розвиток, класифікація джерел енергії.

Тема 1.2. Перспективи розвитку та екологізації паливно-енергетичного комплексу.

Тема 1.3. Економічні та правові аспекти розвитку біоенергетики

- **Розділ 2. Теоретичні основи та прикладні аспекти виробництва моторних палив з відновлюваної сировини:**

Тема 2.1. Технології одержання та використання біопалив для стаціонарних установок.

Тема 2.2. Технології одержання та використання біопалив для транспортних засобів.

- **Розділ 3. Теоретичні основи та прикладні аспекти використання водню як джерела енергії:**

Тема 3.1. Використання водню на транспортних засобах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Альтернативні енергоресурси. Вступ до спеціальності: навчальний посібник / С. В. Бойченко, А. В. Яковлева, О. О. Вовк, Казимир Лейда, С. Й. Шаманський; за заг. редакцією С. В. Бойченка. – К.: НАУ, 2021. – 397 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49236>

2. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії: Навчальний посібник / О.І. Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен та ін. – Черкаси: ЧДТУ, 2007. – 483 с.

3. Альтернативне живлення обладнання машинобудування. Конспект лекцій для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ОС Бакалавр - Таврійський державний

агротехнологічний університет, 2017 – 101 с. <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/konspekt-lekcyj-alternatyvne-zhyvlennja-obladnannja-mashynobuduvannja.pdf>

4. Низьковуглецева енергетика: стан та стратегічні пріоритети розвитку в Україні. Національний інститут стратегічних досліджень. Аналітична записка. Серія «Національна безпека». – 2019. – № 6. – 29 с. <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2019-12/analit-bobro-1.pdf>

5. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с. https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Monografia_final_21.12.2020.pdf

6. Моторні палива: властивості та якість [текст] підручник / Сергій Бойченко, Андрій Пушак, Петро Топільницький, Казимір Лейда; за заг. ред. проф. С. Бойченка. – К.: «Центр учбової літератури». 2017. – 324 с. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/49646/1/Motorni_2017.pdf

Допоміжна література:

1. Yakovlieva A.V. Modification of jet fuels composition with renewable bio-additives / A.V. Yakovlieva, S.V. Boichenko, K. Lejda, O.O. Vovk. K.: National aviation university, 2019. – 207 p. <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/37895?locale=uk>

2. Закон України «Про альтернативні види палива» від 14.01.2000 №1391-XIV. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14#Text>

3. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003. № 555-IV <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>

4. Закон України «Про енергетичну ефективність» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#n436>

5. Fundamentals of Chemmotology [Electronic resource] : manual / S. V. Boichenko, A. V. Yakovlieva, O. O. Vovk, M. M. Radomska, L. M. Cherniak, I. O. Shkilniuk ; National Aviation University. – Kyiv, 2019. – 296 p. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/49653>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є базова література [1]-[6]. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як кейс-технологія і проектна технологія; візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Методика викладання дисципліни поєднує наочні методи навчання з поясненням. Викладання проводиться у формі лекцій та практичних занять. При виконанні розрахункової роботи застосовується проблемно-пошуковий метод.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
1	Лекція 1. Тема 1.1 Загальні поняття про біоенергетику та сталий розвиток. Традиційна енергетика. Відновлювана енергетика. Альтернативна енергетика. Стала енергетика. Зелена енергетика. Низьковуглецева енергетика. Література: [1], [2], [4].
2	Лекція 2-3. Тема 1.2. Вплив енергетики та транспорту на довкілля. Перспективи розвитку та екологізації паливно-енергетичного комплексу. Використання альтернативних енергоресурсів для декарбонізації економіки. Література: [1], [2], [4].
3	Лекція 4. Тема 1.2. Передумови, формування та розвиток галузі біоенергетики в світі та в Україні. Поняття енергоощадності, енергоефективності та енергозбереження. Рентабельність виробництва та видобутку енергоресурсів

	Література: [1], [3], [4].
4	Лекція 5. Тема 1.3. Законодавча база у сфері виробництва та використання альтернативних енергоресурсів. Нормативно-правове регулювання у галузі біоенергетики. Економічні аспекти використання альтернативної енергетики Література: [1], [2], [3].
5	Лекція 6. Тема 2.1. Використання біомаси для стаціонарних енергетичних установок. Асортимент сировини. Технічні характеристики біопалива. Потенціал виробництва біопалива в Україні. Література: [1], [5], [6].
6	Лекція 7. Тема 2.2. Технології виробництва біогазу. Сировинна база для отримання біогазу (рослинна, тваринна). Конструкція біогазових установок, принцип роботи. Економічні та екологічні аспекти. Література: [1], [2], [4].
7	Лекція 7. Тема 2.3. Сировинна база для отримання альтернативних моторних палив. Невідновлювана сировина. Рослинна сировина. Вторинна сировина. Полімерна сировина. Водоростева сировина Література: [1], [5], [6].
8	Лекція 8-9. Тема 2.3. Альтернативні палива для двигунів із запалюванням від стиснення. Біодизельне паливо. Технологічні процеси одержання. Якісні характеристики. Переваги та недоліки. Екологічні аспекти Література: [1], [5], [6].
9	Лекція 10-11. Тема 2.3. Альтернативні палива для двигунів із іскровим запалюванням. Біоетанол. Технологічні процеси одержання. Якісні характеристики. Переваги та недоліки. Екологічні аспекти Література: [1], [5], [6].
10	Лекція 12-14. Тема 2.3. Альтернативні палива для газотурбінних двигунів. Технологічні процеси одержання. Якісні характеристики. Переваги та недоліки. Екологічні та економічні аспекти Література: [1], [5], [6].
11	Лекція 15. Тема 2.3. Палива на основі полімерної сировини. Технологічні процеси одержання. Якісні характеристики. Переваги та недоліки. Екологічні аспекти Література: [1], [5], [6].
12	Лекція 16. Тема 2.3. Технологічні процеси одержання моторних палив на основі мікробіодоростей. Якісні характеристики. Переваги та недоліки. Екологічні аспекти Література: [1], [2], [4].
13	Лекція 17-18. Тема 3.1. Використання водню на транспортних засобах. Джерела одержання водню. Використання водню у двигунах внутрішнього згорання. Використання паливних елементів для живлення транспортних засобів. Використання водню на авіаційному транспорті Література: [1], [2], [4].

Практичні заняття

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
Практичне заняття 1	Енергетичні властивості моторних біопалив. Методи визначення та розрахунок густини біопалив
Практичне заняття 2	Текучість моторних біопалив. Визначення та розрахунок в'язкості біопалив
Практичне заняття 3	Чистота моторних біопалив. Методи визначення води та домішок у паливах
Практичне заняття 4	Горючість палива для двигунів із іскровим запалюванням. Методи визначення октанового числа сумішевого спиртовмісного палива

Практичне заняття 5	Горючість біопалив для двигунів із запалюванням від стиснення. Методи визначення цетанового числа біодизельного палива
Практичне заняття 6	Низькотемпературні властивості біологічних моторних палив. Методи визначення температур застигання, кристалізації, помутніння
Практичне заняття 7	Змащувальні та протизносні властивості біологічних моторних палив. Методи визначення змащувальних характеристик палив
Практичне заняття 8	Стабільність біологічних моторних палив: фізична, хімічна, біологічна. Методи визначення стабільності палив до окиснення
Практичне заняття 9	Екологічні властивості біологічних моторних палив. Модульна контрольна робота

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:

підготовку до аудиторних занять – 58 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;

підготовку до заліку – 6 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Google meet (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Теоретичні основи і прикладні аспекти біоенергетичних технологій» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; методичні рекомендації до виконання практичних робіт; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Під час проходження курсу «Теоретичні основи і прикладні аспекти біоенергетичних технологій» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Теоретичні основи і прикладні аспекти біоенергетичних технологій» на платформі «Сікорський».

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або Web of Science) або 6 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

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

Поточний контроль: завдання в рамках практичного заняття (9 практичних занять × 10 балів = 90 балів) МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 10 балів). МКР виконується у вигляді тесту. По закінченню заняття тест закривається і не підлягає переписуванню або виконанню дома. Тест містить двадцять запитань і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 бала.

Завдання в рамках практичного та лабораторного заняття оцінюються в 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 10 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 9-8 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 7-6 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0-2 бали.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані практичні та МКР. Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Якщо сума балів менша за 60, але виконані і зараховані практичні та МКР, студент виконує залікову роботу. У цьому разі сума балів за практичні, МКР та за залікову роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій роботі, та балів за практичні, МКР.

Залікова робота оцінюється у 40 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу.

Кожне запитання та задача оцінюються в 13 балів (в разі отримання 39 балів за кожне запитання, до оцінки додається 1 бал) за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 13 – 11 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 12 – 10 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 9 – 7 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Для заочної форми навчання

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к. т. н., ст. досл. Яковлевою Анною Валеріївною

Ухвалено кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів протокол №17 від 31.05.23р.

Ухвалено методичною радою ННІЕЕ протокол №9 від 22.06.23 р.

Додаток до силабусу освітнього компонента
«Цифрові та нелінійні системи керування електротехнічними комплексами»
Перелік завдань, що виносяться на семестровий контроль

1. Наведіть причини переходу сучасного суспільства на альтернативні джерела енергії.
2. Що таке енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії?
3. Розкрийте сутність поняття «збалансована енергетика».
4. У чому полягає особливість поняття «низько вуглецева енергетика»?
5. Наведіть класифікацію енергетичних ресурсів відповідно до ступеню переробки.
6. Що таке первинні та вторинні енергоресурси?
7. Які енергоресурси відносять до не відновлюваних джерел енергії? Охарактеризуйте їх.
8. У чому полягає відмінність між альтернативними та відновлюваними джерелами енергії?
9. Які види відновлюваної енергії є результатом випромінювання енергії
10. Сформулюйте основні переваги використання відновлюваних джерел енергії.
11. Наведіть та охарактеризуйте поняття «енергозбереження». Які ви знаєте форми зберігання енергії?
12. У чому полягають основні відмінності між біопаливами першого, другого та третього поколінь?
13. Наведіть визначення поняття «біогаз». Який його усереднений хімічний склад? Опишіть принцип роботи біогазової установки.
14. Які ви знаєте види відновлюваної сировини для виробництва біодизельного палива?
15. Які ви знаєте види сировини для виробництва біоетанолу? У чому їх відмінність?
16. Сформулюйте критерії до вибору сировини для виробництва біоетанолу?
17. Сформулюйте загальні технічні вимоги, що ставляться до авіаційних палив?
18. У чому полягають основні переваги та недоліки використання альтернативних авіаційних палив?
19. Які ви знаєте способи отримання водню?
20. Охарактеризуйте основні напрями використання водневого палива.
21. Охарактеризуйте основні ресурси полімерної сировини для отримання альтернативних палив.