



# Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Електричні машини і апарати</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS / 120 годин (лекцій – 36, практичних занять - 18, самостійна робота - 66)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/ МКР/ ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 1 раз на тиждень; практичні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н, професор, Кудря Степан Олександрович <a href="mailto:sa.kudria@gmail.com">sa.kudria@gmail.com</a>, +38 067 465 66 68</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MTUzNzA0MjQwNjUy?cjc=ux74aby">https://classroom.google.com/c/MTUzNzA0MjQwNjUy?cjc=ux74aby</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

**Програма навчальної дисципліни** «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра «Електричні машини і апарати» з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

**Предмет навчальної дисципліни** – теоретичні основи із використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в електроенергетичних системах, оптимальних варіантів використання різних джерел енергії, а також оптимальних варіантів поєднання з традиційними енергосистемами для забезпечення ефективного енергопостачання і зведення до мінімуму шкідливого впливу на оточуюче середовище з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів нетрадиційної та відновлюваної енергетики.

**Метою навчальної дисципліни** є доповнення при формуванні у студентів наступних компетентностей: ФК16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; ФК18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища; ФК20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в

електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; ФК26. Здатність вирішувати комплексні проблеми, пов'язані із процесами модернізації та реконструкції електричного обладнання, електричних машин та апаратів, електричного транспорту, електричних пристроїв, систем та комплексів; ФК27. Здатність вирішувати комплексні практичні задачі, пов'язані з розробкою фізичних й математичних моделей досліджуваних машин, приводів, систем, процесів, явищ і об'єктів у професійній сфері, розробляти методики та організовувати проведення експериментів з аналізом результатів; ФК28. Здатність вирішувати комплексні проблеми, пов'язані з системними принципами моделювання в задачах інноваційного синтезу і структурно-системного аналізу електромеханічних об'єктів та систем з можливістю здійснення передбачення нових різновидів електромеханічних систем.

**Програмні результати навчання:** ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок; ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками; 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; ПР11. Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань; ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни; ПР16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень; ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж; Р25. Вміти виконувати задачі з технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж; ПР29. Вміти застосовувати системні принципи моделювання в задачах інноваційного синтезу і структурно-системного аналізу електромеханічних об'єктів та систем на їх основі, з можливістю здійснення передбачення нових різновидів електромеханічних систем.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка» та «Теоретичні основи електротехніки». Знання, отримані при вивченні даної дисципліни, в подальшому є базовими для вивчення наступних дисциплін: «Електричні мережі та системи».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Дисципліну структурно розподілено на **3 розділи**, а саме:

**1. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії**, до якого ввійшли питання: структура курсу, термінологія та основні поняття дисципліни; історичні етапи освоєння людством природних джерел енергії та роль енергетики в розвитку суспільства; залежність енергетичних пріоритетів від рівня розвитку суспільства, промисловості, енергетики, економіки; вплив енергетики на оточуюче середовище, роль науки та освіти в підвищенні ефективності освоєння джерел енергії; методи та заходи енергозбереження; класифікація і характеристики нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії; обсяги та умови утворення енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел; декарбонізація енергетики; а також питання національних пріоритетів і необхідності врахування вимог міжнародних договорів і зобов'язань;

уніфікації законодавства різних країн та концепції розвитку нетрадиційної та відновлюваної енергетики України.

**2. Основні характеристики та енергетичні показники енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, що входять до електроенергетичних систем, до якого ввійшли питання щодо енергетичного потенціалу, стану та перспектив освоєння енергії вітру, сонячної радіації, біомаси, геотермальної енергії; енергії водних ресурсів, енергії доквілля, позабалансових та вторинних джерел енергії; методів і засобів їх використання та рівні отримання; технічні та економічні показники обладнання; вплив використання нетрадиційних джерел енергії на ефективність промислових галузей, на рівень техніки безпеки та на рівень шкідливих викидів в оточуюче середовище; основні переваги та недоліки використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в електроенергетичних системах.**

**3. Методи підвищення ефективності електроенергетичних систем на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, до якого входять методи підвищення ефективності застосування нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії; використання систем акумулювання енергії відновлюваних джерел, класифікація акумуляторів енергії та області застосування; комплексне поєднання різних джерел енергії в електроенергетичних системах; комбіновані електроенергетичні системи на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел із комплексним використанням систем акумулювання енергії; автономні та мережеві електроенергетичні системи; переваги та недоліки різних схем приєднання електроенергетичних систем до мережі, оптимізація складу та режимів роботи; інтеграція електроенергетичних систем на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії до загальної енергосистеми, законодавчо-правова та нормативна база нетрадиційної та відновлюваної енергетики України.**

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### Основні інформаційні ресурси:

1. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / Кудря С. О. – Підручник. – Київ: Національний технічний університет України («КПІ»), 2012.–495с.
2. Відновлювані джерела енергії / За ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
3. Екологізація енергетики: Навч. пос. / Шевчук В.Я., Бічивський Г.О., Сатолкін Ю.М., Навроцький В.М. – К.: Вища освіта, 2002. – 111 с.
4. Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.І. Невичерпна енергія. Кн.4, Вітроводнева енергетика – Харків: Нац. Аерокосм.ун-т «ХАІ», Севастополь: Сев.нац.техн.ун-т, 2007.

##### Додаткові інформаційні ресурси:

5. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.
6. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії. Під заг. ред. Шидловського А.К. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2007.–559 с.
7. Теоретичні та прикладні основи економічного, екологічного та технологічного функціонування об'єктів енергетики / [В.О. Артемчук та ін.; за ред. А.О. Запорожця, Т.Р. Білан]. – Київ, 2017. – 312 с.
8. Блюм Я.Б., Гелетука Г.Г., Григорюк І.П., Дубровін В.О., Ємець А.І., Забарний Г.М., Калетнік Г.М., Мельничук М.Д, Мироненко В.Г., Рахметов Д.Б., Циганков С.П. Новітні технології біоконверсії – К: "Аграр Медіа Груп", 2010. – 326 с.
9. Морозов Ю.П. Сучасні напрямки розвитку геотермальної енергетики // Збірник наукових праць УкрДГРІ. 2016. № 2. С. 107–118.
10. Морозов Ю.П., Барило А.А. Оцінка енергетичного потенціалу окремих геотермальних родовищ України // Відновлювана енергетика. 2017. № 1. С. 72-79.
11. Васько П.Ф. Сучасний стан, потенційні можливості та передумови подальшого розвитку малої гідроенергетики в Україні // Відновлювана енергетика. 2006. № 1. С. 60–65.

12. Гаврилюк Р.Б., Веремийчик Г.К. та ін. Гідроенергетичний потенціал річок України: розвінчання міфів: аналітичний документ // Видавництво «Фенікс», 2018 – 32 с.
13. Кудря С.О., Репкін О.О., Яценко Л.В., Ткаленко М.Д., Шинкаренко Л.Я. Концепція Дорожньої карти розвитку водневої енергетики України на період до 2035 року // Відновлювана енергетика. – 2019. - №4 (59). – с. 22-28.
14. Енергетичне законодавство. Збірник нормативно-правових актів України (станом на 1 лютого 2003р.). за заг. Ред. Ю.С. Шемшученка, В.П. Назребельного. Київ. 2003. – 731с.
15. Вимоги до вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України: СОУ НЕК 341.001:2019. ДП «НЕК «Укренерго», 2019.
16. Закон України «Про внесення зміни в деякі закони України відносно забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії із альтернативних джерел енергії» // Голос України. – № 93 від 21.05.2019. – [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://www.zaron.rada.gov.ua>.

### Навчальний контент

#### 5. 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><b>Лекція 1. Вступ. Структура курсу. Роль енергетики в розвитку суспільства. Класифікація джерел енергії на Землі. Термінологія, основні поняття дисципліни.</b> Історичні етапи освоєння людством джерел енергії. Енергетика як базис економічного розвитку. Термінологія, основні поняття дисципліни. Структура та рівні споживання енергії. Залежність енергетичних пріоритетів від рівня розвитку суспільства, промисловості, енергетики, економіки; вплив енергетики на оточуюче середовище та на рівень розвитку суспільства, роль науки та освіти в підвищенні ефективності освоєння джерел енергії; методи та заходи енергозбереження. Декарбонізація енергетики. Національні пріоритети і необхідність врахування вимог міжнародних договорів і зобов'язань. Уніфікація законодавства різних країн та концепція розвитку нетрадиційної та відновлюваної енергетики України.</p> <p>Літературні джерела [1 - 3, 6, 7].</p>
2	<p><b>Лекція 2. Енергетичний потенціал джерел енергії на Землі. Напрями та рівні споживання енергії.</b> Кількісні характеристики енергетичних запасів в світі. Основні запаси первинних енергоносіїв, їх розподіл по континентах і різних регіонах та країнах. Енергетичний потенціал джерел енергії в Україні. Виробництво теплової та електричної енергії. Рівні споживання енергії в світі та в Україні. Залежність енергетичних пріоритетів від рівня розвитку суспільства, промисловості, енергетики, економіки. Роль науки та освіти в підвищенні ефективності освоєння джерел енергії. Методи та заходи енергозбереження.</p> <p>Літературні джерела [1, 2, 5, 6].</p>
3	<p><b>Лекція 3. Енергетичні ресурси кам'яного і бурого вугілля, горючих сланців, торфу, нафти, природного газу та іншого органічного палива в світі та в Україні.</b> Енергетичні ресурси кам'яного і бурого вугілля, горючих сланців, торфу, нафти, природного газу та іншого органічного палива в світі та в Україні. Розподіл ресурсів по різних регіонах та країнах. Сучасні технології видобування, збагачення, переробки та транспортування. Використання енергетичних продуктів в енергетиці, промисловості та в побуті.</p> <p>Літературні джерела [1, 2, 5, 6].</p>
4	<p><b>Лекція 4. Класифікація відновлюваних джерел енергії. Класифікація нетрадиційних джерел енергії.</b> Класифікація відновлюваних джерел енергії. Сонце як основне джерело</p>

	<p>енергії на Землі. Умови утворення енергії відновлюваних джерел. Залежність енергетичного потенціалу відновлюваних джерел від клімато-метеорологічних та географічних особливостей територій. Енергетичні ресурси відновлюваної енергетики світу та України. Класифікація нетрадиційних джерел енергії. Позабалансові та вторинні джерела енергії. Обсяги та умови утворення. Скидний енерготехнологічний потенціал – використання потенціальної енергії газових потоків – надлишкового тиску доменного та природного газу. Промислові та супутні гази – використання промислових газів, газів малих газових, газоконденсатних і нафтогазоконденсатних родовищ та супутнього газу нафтових родовищ. Шахтний метан.</p> <p>Літературні джерела [1, 2, 5, 6].</p>
5	<p><b>Лекція 5. Основні характеристики та питомі енергетичні показники енергії вітру, Методи та засоби перетворення вітрової енергії.</b> Напрями, стан та перспективи освоєння вітрової енергії. Розподіл енергетичного потенціалу в Україні. Методи вимірювання швидкості вітру. Залежність виробітку електроенергії від швидкості вітру. Методи та засоби перетворення вітрової енергії. Класифікація обладнання, основні технічні та економічні показники. Методи підвищення ефективності вітроенергетичного обладнання. Мала вітроенергетика.</p> <p>Літературні джерела [1, 2].</p>
6	<p><b>Лекція 6. Основні характеристики та енергетичні показники сонячної радіації. Класифікація методів перетворення енергії сонячної радіації. Фотоенергетика. Сонячна теплоенергетика.</b> Напрями, стан та перспективи освоєння енергії сонячної радіації. Питомі енергетичні показники сонячної радіації та розподіл енергетичного потенціалу на території України. Класифікація методів перетворення енергії сонячної радіації. Методи отримання електроенергії за рахунок використання сонячних фотоперетворювачів. Основні технічні та економічні показники фотоенергетичного обладнання. Сонячні електростанції. Класифікація, принцип дії та області застосування сонячних колекторів. Системи гарячого теплопостачання та опалення за рахунок сонячної енергії. Основні технічні та економічні показники обладнання теплової геліоенергетики.</p> <p>Літературні джерела [1, 2].</p>
7	<p><b>Лекція 7. Основні характеристики та питомі енергетичні показники енергії біомаси. Основні сучасні технології та обладнання з переробки біомаси</b></p> <p>Розподіл біоенергетичного потенціалу на Землі та в Україні. Класифікація джерел біомаси та методів перетворення енергії біомаси. Класифікація продуктів, що можуть бути отримані в результаті переробки відходів біомаси та їх основні енергетичні характеристики. Перспективи розвитку біоенергетики та вплив на оточуюче середовище. Основні сучасні технології та обладнання з переробки біомаси, їх технічні та економічні показники. Класифікація методів отримання та використання біогазу. Використання продуктів переробки біомаси в якості моторного палива. Літературні джерела [1, 2, 6, 8].</p>
8	<p><b>Лекція 8. Геотермальні ресурси. Методи та засоби перетворення геотермальної енергії.</b> Класифікація геотермальних ресурсів. Основні характеристики та питомі енергетичні показники. Розподіл енергетичного потенціалу геотермальної енергії в Україні. Стан та перспективи освоєння геотермальної енергії. Теплові геотермальні станції. Електричні геотермальні станції. Комбіновані геотермальні теплоелектричні станції. Основні техніко-економічні та екологічні показники.</p> <p>Літературні джерела [1, 2, 6, 9, 10].</p>
9	<p><b>Лекція 9. Енергія водних ресурсів. Мала гідроенергетика.</b> Класифікація, енергетичні показники та перспективи сучасного використання гідроенергії. Розподіл енергетичного гідропотенціалу в світі та в Україні. Традиції використання енергії малих водотоків в Україні. Сучасні методи, технології та обладнання малої</p>

	<p>гідроенергетики. Основні техніко-економічні та екологічні показники галузі. Стан та перспективи подальшого розвитку малої гідроенергетики в Україні. Літературні джерела [1, 2, 11, 12].</p>
10	<p><b>Лекція 10. Енергетичні ресурси, основні напрями освоєння енергії довкілля. Методи та засоби освоєння енергії довкілля. Теплові насоси.</b> Теплова енергія ґрунту та ґрунтових вод, теплова енергія комунально-побутових стоків, методи утилізації. Енергетичні ресурси довкілля, методи та засоби освоєння. Основні техніко-економічні показники теплових насосів та області їх застосування. Рівень ефективності та перспективи використання теплових насосів для утилізації енергії довкілля в Україні. Літературні джерела [1, 2, 6].</p>
11	<p><b>Лекція 11. Нетрадиційні джерела енергії.</b> Загальна характеристика нетрадиційних джерел енергії. Класифікація нетрадиційних джерел енергії. Позабалансові та вторинні джерела енергії. Обсяги та умови утворення. Скидний енерготехнологічний потенціал – використання потенціальної енергії газових потоків – надлишкового тиску доменного та природного газу. Промислові та супутні гази – використання промислових газів, газів малих газових, газоконденсатних і нафтогазоконденсатних родовищ та супутнього газу нафтових родовищ. Шахтний метан. Літературні джерела [1, 6].</p>
12	<p><b>Лекція 12. Методи підвищення ефективності застосування нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Системи акумулювання енергії відновлюваних джерел.</b> Методи підвищення ефективності застосування нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Системи акумулювання енергії відновлюваних джерел. Класифікація акумуляторів енергії. Електрохімічні, теплові, інерційні акумулятори та акумулятори на основі водню. Літературні джерела [1, 2, 4, 6, 13].</p>
13	<p><b>Лекція 13. Комбіновані електроенергетичні системи на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.</b> Комплексне поєднання різних джерел енергії в електроенергетичних системах Комбіновані електроенергетичні системи на основі відновлюваних джерел із комплексним використанням систем акумулювання енергії. Автономні та мережеві електроенергетичні системи. Літературні джерела [1, 2].</p>
14	<p><b>Лекція 14. Показники надійності електроенергетичних систем, що містять нетрадиційні та відновлювані джерела енергії.</b> Переваги та недоліки різних схем приєднання електроенергетичних систем до мережі. Оптимізація складу та режимів роботи. Потенційні можливості електротранспорту як споживача відновлюваної енергії. Інтеграція електростанцій з відновлюваними джерелами енергії до загальної енергосистеми. Літературні джерела [1, 2].</p>
15	<p><b>Лекція 13. Тенденції та рівні розвитку відновлюваної енергетики в світі та в Україні. Вартісні показники відновлюваної енергетики. Перспективи розвитку.</b> Основні тенденції, напрями та рівні розвитку відновлюваної енергетики в світі та в Україні. Визначення ефективності застосування відновлюваних джерел енергії залежно від клімато-метеорологічних та географічних особливостей територій. Вартісні показники відновлюваної енергетики за основними напрямками розвитку відновлюваної енергетики в Україні та світі. Перспективні плани щодо освоєння енергії відновлюваних джерел в Україні та світі. Літературні джерела [1, 2].</p>
16	<p><b>Лекція 16. Екологічні показники традиційної та відновлюваної енергетики.</b> Екологічні показники традиційної та відновлюваної енергетики. Викиди, характерні для традиційних електростанцій. Засоби боротьби з викидами. Відновлювана енергетика і екологія.</p>

	<i>Літературні джерела [1, 2].</i>
17	<b>Лекція 17. Роль первинних джерел енергії при формуванні національної енергетичної політики. Правові та нормативні аспекти використання різних джерел енергії.</b> Формування ринків первинних енергоносіїв із застосуванням механізмів конкуренції. Вплив енергетики на рівень розвитку суспільства. Умови Кіотського протоколу та Паризької угоди. Концепція ООН про зміну клімату. Основні принципи, що закладені в основу Енергетичної хартії. Заходи енергозбереження, енергетичної політики, енергетичного законодавства в Україні та світі. Декарбонізація енергетики. Екологічна політика України. Роль виховання і освіти у забезпеченні раціонального використання енергії та вирішенні екологічних проблем. Енергозбереження та раціональне і економічне використання енергії як екологічний фактор. <i>Літературні джерела [1, 2].</i>
18	<b>Лекція 18 Законодавчо-правова та нормативна при впровадженні електроенергетичних систем на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні.</b> Національні пріоритети і необхідність врахування вимог міжнародних договорів і зобов'язань. Уніфікація законодавства різних країн. Концепція розвитку нетрадиційної та відновлюваної енергетики України. Законодавчо-правова та нормативна база нетрадиційної та відновлюваної енергетики України. <i>Літературні джерела [1, 2, 14 - 16].</i>

### Практичні заняття

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми заняття та перелік основних питань</b>
1	<b>Тема 1. Місце і роль нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в сучасній енергетиці. Комплексне поєднання різних джерел енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах. Комплексні електроенергетичні системи та електротехнічні комплекси традиційної та відновлюваної енергетики.</b> <i>Літературні джерела [1, 2].</i>
2	<b>Тема 2. Основні недоліки нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та способи підвищення надійності енергопостачання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.</b> <i>Літературні джерела [1, 2, 12, 13].</i>
3	<b>Тема 3. Прогнозування надходження сонячної енергії. Прогнозування надходження вітрової енергії.</b> <i>Літературні джерела [1, 2, 5, 6].</i>
4	<b>Тема 4. Автономні та мережеві електроенергетичні системи та електротехнічні комплекси.</b> <i>Літературні джерела [1, 2, 7].</i>
5	<b>Тема 5. Переваги та недоліки різних схем приєднання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів до мережі. Стохастична оптимізація електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів.</b> <i>Літературні джерела [2, 12].</i>
6	<b>Тема 6. Роль акумулювання енергії в електроенергетичних системах. Розрахунок систем акумулювання енергії. Комплексні енергетичні системи на основі різних видів відновлюваних джерел з комплексним використанням систем акумулювання енергії.</b> <i>Літературні джерела [1, 2, 15].</i>
7	<b>Тема 7. Перспективи виробництва «зеленого» водню в Україні.</b> <i>Літературні джерела [1, 2, 4, 15].</i>
8	<b>Тема 8. Математичні методи оптимізації комплексних енергосистем.</b>

	Літературні джерела [1, 2, 6].
9	<b>Тема 9. Інтеграція електростанцій з відновлюваними джерелами енергії до загальної енергосистеми.</b> Літературні джерела [1, 2].

## 6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	20
2	Підготовка до практичних занять	18
3	Підготовка до МКР	2
4	Виконання ДКР	20
5	Підготовка до заліку	6
	Всього	66

## Політика та контроль

### 7. 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;*
- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, 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 «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах»;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

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

**Поточний контроль:** експрес-опитування, робота на практичних заняттях, виконання домашніх контрольних робіт, модульні контрольні роботи (МКР).

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці.



Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю:** виконання ДКР, семестровий рейтинг більше 30 і більше 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:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- розв'язання задач на практичних заняттях;
- виконання індивідуальної роботи (ДКР);
- виконання МКР.

Експрес-опитування	Практичне заняття	ДКР	МКР	R <sub>c</sub>	R <sub>з</sub>
36	18	20	26	100	100

**Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях**

Ваговий бал 1.

Максимальна кількість балів за всі лекції – 1 бал × 36 = 36 балів.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання – 1.
- неправильні відповіді на окремі питання – 0.

**Розв'язання задач на практичних заняттях**

Ваговий бал – 1.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 1 бал \* 18 = 18 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 1;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 0,5;

**Індивідуальне семестрове завдання (ДКР)**

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує домашню контрольну роботу. Максимальна кількість балів за виконання ДКР – 20.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання – 20 балів;
- розрахунок неточний є окремі несуттєві помилки – 7...11 балів;
- розрахунок неповний, є окремі суттєві помилки – 1...6 балів;
- розрахунок неправильний – 0 балів;

**Модульна контрольна робота**

Кількість МКР – 2 тривалістю 1 академічну годину кожна

Ваговий бал МКР – 13.

Максимальний бал за МКР – 13×2=26.

### Критерії оцінювання

- повна відповідь на запитання (більше 90% матеріалу) –13 балів;
- неповна відповідь на запитання (від 50 до 90% матеріалу) – 5 – 10 балів;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації – 0 балів;

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

### Форма семестрового контролю – залік

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань

#### Критерії оцінювання заліку

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

Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,4 - 0,59) \cdot R$ , тобто 40 – 59 балів – студенти складають залік.

Максимальний рейтинг заліку  $R_z = 100$  балів.

Рейтинг заліку  $R_z = 86 - 100$  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 заліку  $R_z = 75 - 85$  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 електромагнітних процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг заліку  $R_z = 60 - 74$  балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг заліку  $R_z \leq 60$  балів – у відповіді студент припускається суттєвих помилок, проявляє незрозуміння фізичної суті електромагнітних процесів, не може виправити помилки за допомогою викладача. Відповіді некоректні, а в деяких випадках не відповідають суті поставленого питання.

### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

#### Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Роль енергії в житті людини. Історичні етапи освоєння нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
2. Методи підвищення ефективності вітроенергетичного обладнання.
3. Класифікація геотермальних ресурсів. Основні характеристики та питомі енергетичні показники.
4. Класифікація акумуляторів енергії та принципи їх роботи.
5. Використання енергії сонця, вітру, води та біомаси в первісних суспільствах. Розвиток та сучасний стан технологій використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
6. Основні характеристики та питомі показники надходження енергії сонячної радіації в різних кліматичних зонах світу та України.
7. Розподіл енергетичного потенціалу геотермальної енергії в Україні.
8. Електрохімічні, теплові, інерційні акумулятори та акумулятори на основі водню.
9. Рівень та перспективи освоєння нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в світі та в Україні.
10. Класифікація методів та засобів перетворення енергії сонячної радіації.
11. Методи та засоби перетворення геотермальної енергії.
12. Комбіновані енергетичні системи на основі відновлюваних джерел з комплексним використанням систем акумуляування енергії.
13. Класифікація нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та основна термінологія.
14. Методи отримання електроенергії за рахунок використання сонячних фотоперетворювачів.

15. *Поняття загального, технічно-досяжного та економічно-доцільного енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.*
16. *Принцип дії сонячних фотоперетворювачів, сучасні технології отримання матеріалів для сонячних фотоелементів та методи підвищення ККД.*
17. *Основні напрями освоєння та загальні кількісні показники енергетичних ресурсів нетрадиційних та відновлюваних джерел в світі.*
18. *Основні технічні та економічні показники фотоенергетичного обладнання.*
19. *Електричні геотермальні станції. Основні техніко-економічні та екологічні показники.*
20. *Класифікація акумуляторів енергії відновлюваних джерел.*
21. *Залежність енергетичних пріоритетів від рівня розвитку суспільства, промисловості, енергетики, економіки.*
22. *Комбіновані геотермальні теплоелектричні станції. Основні техніко-економічні та екологічні показники.*
23. *Позитивний вплив систем акумулювання енергії на стабільність роботи електростанцій.*
24. *Роль науки та екологоенергетичної освіти в підвищенні ефективності освоєння нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.*
25. *Освоєння нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії як один з важливих заходів енергозбереження.*
26. *Комбіновані енергетичні системи на основі відновлюваних джерел енергії.*
27. *Напрями, енергетичні показники та перспективи сучасного використання гідроенергії.*
28. *Основні напрями та кількісні показники освоєння енергетичного потенціалу потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні.*
29. *Методи та засоби перетворення і споживання гідроенергії. Традиції використання енергії малих водотоків в Україні.*
30. *Основні експлуатаційні характеристики хімічних джерел енергії.*
31. *Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні та методичне забезпечення.*
32. *Розподіл енергетичного гідропотенціалу в світі та в Україні, методи визначення.*
33. *Сучасні методи, технології та обладнання малої гідроенергетики. Основні техніко-економічні та екологічні показники галузі.*
34. *Класифікація відновлюваних джерел енергії.*
35. *Класифікація продуктів, що можуть бути отримані в результаті переробки відходів біомаси та їх основні енергетичні характеристики.*
36. *Основні техніко-економічні показники промислової та малої гідроенергетики.*
37. *Сонце як основне джерело енергії на Землі.*
38. *Класифікація методів переробки відходів біомаси.*
39. *Вітрова енергія, методи та засоби освоєння.*
40. *Методи отримання водню із застосуванням в якості первинного джерела енергії відновлюваних джерел.*
41. *Класифікація відходів біомаси, методи переробки та використання отриманих енергетичних продуктів.*
42. *Теплова енергія ґрунту та ґрунтових вод, теплова енергія комунально-побутових стоків, методи та засоби утилізації.*
43. *Залежність енергетичного потенціалу відновлюваних джерел від кліматометеологічних та географічних особливостей територій та від рівня господарської діяльності держав.*
44. *Основні характеристики та питомі енергетичні показники енергії вітру, фактори, що їх визначають.*
45. *Розподіл енергетичного потенціалу біомаси на Землі та в Україні.*
46. *Основні техніко-економічні показники теплових насосів та області їх застосування.*
47. *Класифікація методів отримання та використання біогазу.*

48. *Рівень ефективності та перспективи використання теплових насосів для утилізації енергії доквілля в Україні.*
49. *Застосування водню в якості моторного палива.*
50. *Розподіл енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії в світі та в Україні.*
51. *Напрями розвитку сучасних технологій, основні технічні та економічні показники обладнання для отримання біогазу.*
52. *Системи акумулювання енергії відновлюваних джерел.*
53. *Методи та засоби перетворення вітрової енергії. Класифікація обладнання, основні технічні та економічні показники.*
54. *Основні властивості біогазу та область його практичного застосування. Методи очищення від шкідливих домішок.*
55. *Умови Кіотського протоколу та Паризької угоди. Роль інтеграційних процесів в галузі енергетики. Основні законодавчі акти в галузі нетрадиційної та відновлюваної енергетики.*
56. *Класифікація та напрями використання нетрадиційних джерел енергії.*
57. *Напрями, стан та перспективи освоєння вітрової енергії.*
58. *Пряме спалювання біомаси, сучасні технології та перспективні напрями розвитку. Техніко-економічні показники обладнання.*
59. *Позабалансові та вторинні джерела енергії. Обсяги та умови утворення.*
60. *Використання продуктів переробки біомаси в якості моторного палива. Основні енергетичні та екологічні показники, отримані в результаті використання.*
61. *Роль державної підтримки в розвитку нетрадиційної та відновлюваної енергетики. Законодавчо-правова та нормативна база відновлюваної енергетики в Україні.*

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

**Складено** професором кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, д.т.н, Кудрею С.О.

**Ухвалено** кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА(протокол № 10 від 17.05.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФЕА (протокол № 10 від 16.06.2022 р.)