



Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Заочна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 години / 3 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР/реферат</i>
Розклад занять	<i>36 год. – лекції, 18 год. - практичні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: чл.-кор. НАНУ, <i>д.т.н, професор, Кудря Степан Олександрович</i> <i>0674656668 kudria.stepan@iill.kpi.ua</i> Практичні: чл.-кор. НАНУ, <i>д.т.н, професор, Кудря Степан Олександрович</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/u/3/c/MjQ2MDkwMTI3MTgy</i>

2. 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 та електротехнічних комплексах» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки аспірантів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування та розвиток загальних і професійних компетентностей з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, які забезпечують здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики; формування у аспірантів системи здатностей: розв'язувати різноманітні задачі дослідницького, конструкторського, технологічного та експлуатаційного характеру при використанні нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах; розробляти та застосовувати нові технічні і технологічні рішення; оцінювати еколого-енергетичні показники енергосистем на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії; оцінювати параметри функціонування енергетичних ринків та їх вплив на розвиток суспільства; аналізувати заходи енергозбереження, енергетичної політики, енергетичного законодавства в галузі нетрадиційної та відновлюваної енергетики.

Предмет навчальної дисципліни – поняття та принципи і концепції фундаментальних знань теорії електротехніки, моделювання та оптимізації електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, оптимальні шляхи автоматизації експериментальних досліджень з метою отримання достовірної інформації про об'єкти дослідження; принципи фахової діяльності, спрямованої на підвищення надійності та енергоефективності роботи систем та комплексів; наукові засади знань щодо методів розв'язування різноманітних задач дослідницького, конструкторського, технологічного та експлуатаційного характеру при використанні нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах, а також щодо 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.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (СК01) Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в електричній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електричної інженерії та суміжних галузей. (СК03) Здатність вирішувати проблеми підвищення надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку. (СК06) Здатність ініціювати, розробляти і реалізувати комплексні інноваційні проекти в галузі електричної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

Знання: (РН01) Мати передові концептуальні та методологічні знання з електричної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій. (РН09) Знати передові технології відновлюваної енергетики на основі накопиченого світового досвіду з врахуванням сучасного технічного стану обладнання та устаткування, перспективних методів акумулювання енергії відновлюваних джерел, економічних вимог, вимог якості, надійності та екологічної чистоти виробництва електроенергії.

Уміння: (РН02) Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми електричної інженерії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях. (РН06) Уміти організовувати спільну роботу з фахівцями з різних галузей в рамках наукових проектів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Досвід: проведення оцінки виробітку електричної енергії енергоустановками, що входять до складу електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії за статистичними даними щодо надходження енергії відновлюваних та нетрадиційних джерел; встановлення переваг при впровадженні енергоустановок на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії для роботи в автономному режимі та на централізовану мережу; використання отриманих знань для планування ефективного енергозабезпечення споживачів при комплексному застосуванні відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії; здійснення пошуку оптимальних рішень при створенні електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії з системами акумулювання та традиційними енергосистемами; вибору майданчиків для електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів на основі НВДЕ та встановлення оптимального їх складу; використання отриманих знань при впровадженні заходів щодо захисту оточуючого середовища.

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» та «Інформатика». Дисципліна «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах» поглиблює і конкретизує знання, отримані при вивченні курсів «Вступ до спеціальності», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Перетворення та акумулювання енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії», «Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії», «Виробництво та розподіл електричної енергії», «Експлуатація електроустановок відновлюваних джерел енергії», «Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії», «Економіка відновлюваної та нетрадиційної енергетики», «Екологія відновлюваної та нетрадиційної енергетики», «Вітроенергетика», «Геотермальна енергетика», «Гідроенергетика», «Сонячна енергетика», «Енергоресурсозбереження» та інші.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на **2 розділи**, а саме:

1. Електроенергетичні системи та електротехнічні комплекси на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, до якого ввійшли питання щодо місця і ролі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в сучасній енергетиці; комплексного поєднання різних джерел енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах; видів, походження та властивостей нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії; методів підвищення ефективності і надійності енергопостачання від нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

2. Методи підвищення ефективності електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, до якого ввійшли питання щодо ефективності застосування електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії; стохастичної природи енергії відновлюваних джерел та мінімізації негативного впливу випадкових факторів; методів підвищення ефективності застосування нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії за рахунок систем накопичення енергії; методів математичного моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів, оптимізації їх складу та режимів роботи.

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. Вітроенергетика / За заг. ред. С. О. Кудрі. – Монографія. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2024. – 135 с.

4. Особливості комбінованих енергосистем з відновлюваними джерелами енергії / Кузнєцов М. П. – Монографія. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2024. – 152 с.

5. Основи вітроенергетики / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Ципленков. – Підручник. – Дніпропетровськ: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2015. – 335 с.

6. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: Навч. посіб. Львів : «Магнолія 2006», 2018. – 188с.

7. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру : Навч. посіб. / С.В. Сиротюк, В.М. Боярчук, В.П. Гальчак. – Львів : «Магнолія 2006», 2018. – 182с.

8. Соловей О.І. та ін. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії: Навчальний посібник. Черкаси 6 ЧДТУ, 2007. – 483 с.

9. Чисельні методи : навчальний посібник / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.

10. Блінцов В.С., Кінаш А.Т., Хлопенко М.Я. Основні методи оптимального керування електромеханічних систем: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 44 с.
11. Кононенко А.І., Храповицький І.С., Щелкунова Л.І. Математичне програмування: Тексти лекцій – Харків, ХДТУБА, 2010. – 114 с.
12. Екологізація енергетики: Навч. пос. / Шевчук В.Я., Бічивський Г.О., Сатолкін Ю.М., Навроцький В.М. – К.: Вища освіта, 2002. – 111 с.

Додаткові:

13. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.
14. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії. Під заг. ред. Шидловського А.К. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2007.–559 с.
15. 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.
16. Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Історія становлення, сучасність та перспективи / За ред. С.О. Кудрі. – Київ.: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2018. – 94 с.
17. Мисак Й.С., Возняк О.Т., Дацько О.С., Шаповал С.П. Сонячна енергетика: теорія та практика Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 340 с.
18. Берник І. М. Оцінка та аналіз способів отримання теплової енергії і конструктивних рішень теплогенеруючого та теплоакumuлюючого устаткування // Техніка будівництва, 2011. – №27. – с. 47-54.
19. Гаврилюк Р.Б., Веремийчик Г.К. та ін. Гідроенергетичний потенціал річок України: розвінчання міфів : аналітичний документ // Видавництво «Фенікс», 2018 – 32 с.
20. Васько П.Ф. Сучасний стан, потенційні можливості та передумови подальшого розвитку малої гідроенергетики в Україні // Відновлювана енергетика. 2006. № 1. С. 60–65.
21. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення. Практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю. К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2015 . –208 с.
22. 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.
23. Кудря С. Акумулювання тепла з відновлюваних джерел енергії // Ринок інсталяцій. – 2008. – № 1. – С. 8–12, № 2. – С. 6–9, № 3. –С. 13–14.
24. Мхітарян Н.М., Кудря С.О., Яценко Л.В., Шинкаренко Л.Я., Будько В.І. Перспективи використання водню у відновлюваній енергетиці / «Відновлювана енергетика», – 2008. №3 (14). – с. 5 - 15.
25. Кудря С.О., Рєпкін 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.
26. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О, Зелінська О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А., Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с.
27. Кузнєцов М.П. Побудова математичної моделі режиму споживання електроенергії // Відновлювана енергетика, 2017, № 4. – С.33-42.
28. Кузнєцов М.П. Моделювання параметрів роботи енергосистеми, які носять випадковий характер // Відновлювана енергетика. – 2012. – № 3(30). – С. 5-10.
29. Енергетичне законодавство. Збірник нормативно-правових актів України (станом на 1 лютого 2003р.). за заг. Ред. Ю.С.Шемшученка, В.П. Нагребельного. Київ. 2003. – 731с.
30. 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>.

31. Кармазін О.О. Балансова надійність електроенергетичних систем в умовах зростання частки відновлюваної енергетики: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 14.08.2019 / Кармазін Олексій Олександрович – К., 2019. – 143 с.

32. 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.

33. 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	Вступ. Загальні положення, основна термінологія, завдання та структура курсу «Електроенергетичні системи та електротехнічні комплекси на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії». Роль енергії в житті людини. Історичні етапи освоєння нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Місце і роль нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в сучасній енергетиці. Літературні джерела [1, 2, 9, 26].
2	Класифікація нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Комплексне поєднання різних джерел енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах. Сучасний розвиток технологій комплексного використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Літературні джерела [1, 2, 14-19].
3	Відновлювані джерела енергії – види, походження, властивості. Найбільш використовувані види відновлюваних джерел енергії. Сонце як основне джерело енергії на Землі. Умови та особливості утворення енергії відновлюваних джерел. Залежність ефективності використання енергії відновлюваних джерел від кліматометеорологічних та географічних особливостей територій, а також від рівня господарської діяльності держав. Фактори, що визначають ефективність поєднання різних відновлюваних джерел енергії в комплексних енергосистемах. Літературні джерела [2, 3, 5].
4	Нові та перспективні джерела енергії. Позабалансові та вторинні джерела енергії. Обсяги та умови утворення. Комплексне використання нетрадиційних джерел енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах. Літературні джерела [1, 2, 13].
5	Основні недоліки відновлюваних джерел енергії. Основні недоліки нетрадиційних джерел енергії. Засоби підвищення потенціалів енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел. Методи підвищення ефективності і надійності енергопостачання від нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Літературні джерела [1, 2, 12, 13].
6	Електроенергетичні системи та електротехнічні комплекси на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Класифікація гібридних систем. Використання відновлюваних джерел енергії в гібридній енергосистемі. Літературні джерела [2, 12].
7	Комплексні електроенергетичні системи та електротехнічні комплекси традиційної та відновлюваної енергетики. Автономні та мережеві системи. Переваги та недоліки різних схем приєднання до мережі. Літературні джерела [1, 2, 7].
8	Стохастична природа енергії відновлюваних джерел. Мінімізація негативного впливу випадкових факторів. Характер впливу випадкових факторів на стан електроенергетичних систем гібридного типу. Літературні джерела [2, 12].

9	Сучасні вимоги до прогнозування надходження енергії відновлюваних джерел. Методи прогнозування надходження сонячної енергії. Методи прогнозування надходження вітрової енергії. Літературні джерела [2].
10	Прогнозування поточної потужності енергії з відновлюваних джерел Літературні джерела [2].
11	Імовірнісні моделі роботи вітрових та сонячних станцій. Стохастична оптимізація електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів. Літературні джерела [2].
12	Системи акумулювання енергії відновлюваних джерел. Класифікація акумуляторів енергії. Використання установок на основі відновлюваних джерел та буферних акумуляторів енергії. Літературні джерела [1, 2, 20].
13	Роль акумулювання енергії в електроенергетичних системах. Розрахунок систем акумулювання енергії. Літературні джерела [1, 2].
14	Комплексні енергетичні системи на основі різних видів відновлюваних джерел з комплексним використання систем акумулювання енергії. Використання енергії малих водотоків в Україні та перспективи їх подальшого розвитку в комплексних енергосистемах. Літературні джерела [1, 2, 17].
15	Математичне моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів. Енергетичні характеристики та моделі систем генерування електроенергії із застосуванням енергії відновлюваних та нетрадиційних джерел. Акумулювання енергії як стабілізуюча функція гібридної енергосистеми. Літературні джерела [1, 2, 6, 8, 23-25].
16	Індекси втрати живлення та втрати енергії. Індекси вартості енергії. Математичні методи оптимізації комплексних енергосистем. Літературні джерела [1, 2, 7, 24].
17	Воднева енергетика. Перспективи виробництва «зеленого» водню в Україні. Літературні джерела [1, 2, 4, 21, 22].
18	Показники надійності електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів, що містять нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Оптимізація складу та режимів роботи. Інтеграція електростанцій з відновлюваними джерелами енергії до загальної енергосистеми. Потенційні можливості електротранспорту як споживача відновлюваної енергії. Літературні джерела [1, 2, 28, 29].

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
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.
2	Основні недоліки нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та способи підвищення надійності енергопостачання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
3	Методи прогнозування надходження енергії відновлюваних джерел. Енергетичні характеристики та моделі систем генерування електроенергії із застосуванням енергії відновлюваних та нетрадиційних джерел.
4	Автономні та мережеві електроенергетичні системи та електротехнічні комплекси.
5	Переваги та недоліки різних схем приєднання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів до мережі. Стохастична оптимізація електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів.

6	Роль акумулювання енергії в електроенергетичних системах. Розрахунок систем акумулювання енергії. Комплексні енергетичні системи на основі різних видів відновлюваних джерел з комплексним використання систем акумулювання енергії.
7	Перспективи виробництва «зеленого» водню в Україні
8	Математичні методи оптимізації комплексних енергосистем.
9	Інтеграція електростанцій з відновлюваними джерелами енергії до загальної енергосистеми.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	14
2	Підготовка реферату	10
3	Підготовка до заліку	12
4	Всього	36

34. Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- 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 лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.
- правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах з дисципліни «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах», участь у факультетських та інститутських наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання РГР.
- політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання РГР та несвоєчасний захист лабораторних робіт передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та 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, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах»;

- 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, МКР, розв'язання задач

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

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за розрахунково-графічну роботу, зарахування усіх лабораторних робіт, 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 аспіранта 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 (РГР);
- виконання однієї модульної контрольної роботи (МКР).

Експрес-опитування	Розв'язання задач	РГР	МКР	Rc	Рекз	R
4	8	20	8	60	40	100

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал – 0,15.

Максимальна кількість балів на всіх лекціях –

0,15 бали * 27 = 4 бали.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 0,15;

Розв'язання задач на практичних заняттях

Ваговий бал – 0,5.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях –

0,5 бали * 18 = 8 балів.

Критерії оцінювання

- самостійне розв'язання задачі, вільне володіння темою заняття – 0,5;
- розв'язання задачі за допомогою викладача, володіння окремими розділами теми заняття – 0,25;

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує розрахунково-графічну роботу.

Максимальна кількість балів за виконання РГР – 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;
- на виконання РГР відводять 8 тижнів з моменту видачі завдання; здача РГР після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу -2 за кожен тиждень понад встановлений термін.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал кожної частини МКР – 2.

Максимальний бал за МКР – 2 *4=8.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання 2 задач – 2 бали;
- часткове розв'язання задач, наявність незначних помилок – 1-1,5 балів;
- правильне розв'язання 1 задачі – 1 бали;
- відсутність відповіді – 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 $R_z = 40$ балів.

Рейтинг заліку $R_z = 33 - 40$ 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 заліку $R_z = 25 - 32$ 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 заліку $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на питання заліку, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Рейтинг заліку $R_z \leq 15$ 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.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Місце і роль нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в сучасній енергетиці.
2. Стохастична природа енергії відновлюваних джерел. Мінімізація негативного впливу випадкових факторів в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах, що містять нетрадиційні та відновлювані джерела енергії.
3. Оптимізація складу та режимів роботи комплексних енергосистем на основі відновлюваних джерел енергії.
4. Історичні етапи освоєння нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
5. Комплексне поєднання різних джерел енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах.

6. Показники надійності електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів, що містять нетрадиційні та відновлювані джерела енергії.
7. Класифікація нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
8. Сучасний розвиток технологій комплексного використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
9. Математичні методи оптимізації комплексних енергосистем на основі відновлюваних джерел енергії.
10. Відновлювані джерела енергії – види, походження, властивості. Найбільш використовувані види відновлюваних джерел енергії в світі та в Україні.
11. Імовірнісні моделі роботи вітрових станцій.
12. Вартісні характеристики виробництва електроенергії із використанням енергії відновлюваних джерел та фактори, що мають вплив на їх рівень.
13. Напрями, рівні та перспективи освоєння нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в світі.
14. Імовірнісні моделі роботи сонячних станцій.
15. Вибір складу електроенергетичного обладнання комплексних енергосистем на основі відновлюваних джерел енергії в різних кліматичних зонах України.
16. Сучасні тенденції та перспективи розвитку вітроенергетики в світі та в Україні.
17. Характер впливу випадкових факторів на стан електроенергетичних систем гібридного типу.
18. Оцінка еколого-енергетичних показників комплексних енергосистем на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
19. Сонце як основне джерело енергії на Землі. Умови та особливості утворення енергії відновлюваних джерел.
20. Стохастична оптимізація електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
21. Напрями та стратегія розвитку електроенергетичних систем на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні. 1. Залежність ефективності використання енергії відновлюваних джерел від кліматометереологічних та географічних особливостей територій, а також від рівня господарської діяльності держав.
22. Залежність ефективності використання енергії відновлюваних джерел від кліматометереологічних та географічних особливостей територій, а також від рівня господарської діяльності держав.
23. Використання енергії малих водотоків в Україні та перспективи їх подальшого розвитку в комплексних енергосистемах.
24. Оптимальні схеми електроенергетичних систем на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в умовах України.
25. Сучасні тенденції та перспективи розвитку сонячної електроенергетики в світі та в Україні.
26. Ефективне поєднання різних видів відновлюваних джерел з комплексним використанням систем акумулювання енергії в електроенергетичних системах.
27. Вплив державної енергетичної політики та енергетичного законодавства на рівень впровадження електроенергетичних систем на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні.
28. Сучасні тенденції та перспективи розвитку малої гідроенергетики в світі та в Україні.
29. Системи акумулювання електричної енергії для електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів із нетрадиційними та відновлюваними джерелами енергії.
30. Законодавча база України щодо виробництва електроенергії із використанням енергії відновлюваних джерел у якості первинних енергоресурсів.
31. Методи обчислення енергетичного потенціалу сонячної енергії.
32. Комплексне використання нетрадиційних джерел енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах.
33. Параметри функціонування енергетичних ринків та їх вплив на розвиток суспільства.

34. Сучасні тенденції та перспективи освоєння енергії довкілля в світі та в Україні, методи та засоби освоєння.
35. Методи підвищення ефективності і надійності енергопостачання від нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
36. Методи обчислення енергетичного потенціалу вітру.
37. Сучасні тенденції та перспективи розвитку біоелектроенергетики в світі та в Україні.
38. Класифікація акумуляторів електричної енергії.
39. Методи підвищення ефективності вітроенергетичного обладнання в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах.
40. Сучасні тенденції та перспективи розвитку геотермальної енергетики в світі та в Україні.
41. Способи підвищення надійності енергопостачання від нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
42. Комплексні електроенергетичні системи та електротехнічні комплекси традиційної та відновлюваної енергетики.
43. Основні недоліки та переваги відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії.
44. Електроенергетичні системи та електротехнічні комплекси на основі нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.
45. Методи підвищення ефективності сонячного електроенергетичного обладнання в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах.
46. Позабалансові джерела енергії. Обсяги та умови утворення в Україні, методи та засоби освоєння.
47. Методи математичного моделювання електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів.
48. Методи оцінки еколого-енергетичних показників електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів із використанням відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії.
49. Фактори, що визначають ефективність поєднання різних відновлюваних джерел енергії в комплексних енергосистемах.
50. Визначення енергетичних характеристик систем генерування електроенергії із застосуванням енергії відновлюваних та нетрадиційних джерел.
51. Ефективність комплексного застосування різних відновлюваних джерел енергії з врахуванням клімато-метеорологічних та географічних особливостей територій.
52. Методи та засоби акумулювання електроенергії від відновлюваних джерел.
53. Автономні та мережеві електроенергетичні системи. Переваги та недоліки різних схем приєднання до мережі.
54. Енергетичні моделі комплексних систем генерування електроенергії із застосуванням енергії відновлюваних та нетрадиційних джерел.
55. Методи встановлення ефективного співвідношення складу комплексних енергосистем на основі різних відновлюваних джерел енергії та систем акумулювання теплової та електричної енергії
56. Переваги комплексного застосування енергії відновлюваних та нетрадиційних джерел порівняно з традиційними методами отримання енергетичної продукції.
57. Стохастична оптимізація електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів із застосуванням енергії відновлюваних та нетрадиційних джерел.
58. Вплив політичних, психологічних та соціальних факторів на пріоритетне освоєння відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії.
59. Енергетичні характеристики та моделі систем генерування електроенергії із застосуванням енергії відновлюваних та нетрадиційних джерел.
60. Акумулювання енергії як стабілізуюча функція гібридних електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів із застосуванням енергії відновлюваних та нетрадиційних джерел.

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено Професором кафедри відновлюваних джерел енергії, чл.-кор. НАНУ, д.т.н, проф., Кудрею С.О.

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

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 22.06.2023р.)