



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра відновлюваних
джерел енергії

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМБІНОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 годин/ 4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н. Кузнєцов Микола Петрович, тел. 0666185400
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MjUxOTY2OTAxNjI2?cjc=ul2xsb6

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Перспективні технології комбінованого використання відновлюваних джерел енергії» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у аспірантів системи здатностей ставити та розв'язувати комплексні наукові задачі під час дослідницько-інноваційної діяльності у сфері відновлюваної енергетики.

Предметом навчальної дисципліни є наукові засади щодо методів, організаційних та технологічних заходів проведення наукових досліджень в області відновлюваної енергетики при комбінованому застосуванні різних джерел енергії. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів відновлюваної енергетики.

Програмні результати навчання:

Компетенції: здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузі відновлюваної енергетики; здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень українською та англійською мовами; здатність вирішувати наукові задачі підвищення надійності та ефективності функціонування електроенергетичних систем на основі комплексного застосування ВДЕ, обумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку держави; здатність виявляти, ставити

та вирішувати задачі дослідницького характеру в галузі відновлюваної енергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень; здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

Знання: знати основні положення методології наукового дослідження; загальнонаукові методи проведення сучасного наукового дослідження; спеціальні методи наукових досліджень; загальні вимоги до структури, змісту, мови і оформлення наукових робіт; основні принципи організації і планування наукової роботи; вимоги до науково-дослідницької роботи.

Уміння: застосовувати необхідні методи наукового дослідження при розробці наукових робіт; використовувати спеціальні методи при виконанні наукових досліджень; організовувати і проводити наукові дослідження в процесі підготовки дисертації; знаходити, обробляти і зберігати інформацію, отриману в результаті вивчення наукової літератури; здійснювати апробацію і впровадження результатів дослідження в практику; володіти навичками пошуку самостійного вирішення наукових завдань; вибирати теми наукової роботи; оформляти результати дослідницьких робіт; готувати та захищати представлення наукової роботи; формулювати навчальні цілі та обирати відповідний навчальний матеріал і його структуру.

Досвід: оцінювати нові ідеї; вибирати та застосовувати раціональні методи для вирішення конкретних задач відновлюваної енергетики з комплексних застосуванням різних джерел енергії; проводити пошук, накопичення й обробку наукової інформації, необхідної для вирішення наукової задачі й прийняття рішень; професійно будувати публічну промову; формувати науково-розробницькі завдання, обґрунтовувати напрями досліджень виходячи зі стану світових розробок; проводити та аналізувати навчальні заняття різних видів.

2. Зміст навчальної дисципліни

1. Сучасний розвиток технологій комплексного використання відновлюваних джерел енергії.
2. Переваги та обмеження щодо впровадження ВДЕ до комбінованих енергосистем.
3. Визначення потреби в маневрових потужностях енергосистеми.
4. Прогнозування поточної потужності ВДЕ та забезпечення надійності енергопостачання.
5. Методи та можливості прогнозування сонячної та вітрової енергії.
6. Методи розрахунку регіонального енергетичного потенціалу ВДЕ різних видів.
7. Побудова Атласу енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України.
8. Застосування акумуляторів енергії для підвищення надійності та стабільності роботи.
9. Можливості поєднання різнотипних ВДЕ в комбінованій енергосистемі.
10. Розрахунок параметрів систем отримання «зеленого» водню.
11. Можливості та проблеми функціонування різних типів гібридних систем.
12. Методи розрахунку досяжних рівнів впровадження вітрових та сонячних електростанцій.
13. Побудова математичної моделі роботи ВЕС у складі комбінованої енергосистеми.
14. Побудова математичної моделі фотоелектричної станції у складі комбінованої системи.
15. Методи стохастичної оптимізації гібридних енергосистем з ВДЕ.
16. Комплексне використання систем акумулювання енергії.
17. Методи розрахунку показників надійності та стійкості енергосистем.
18. Приклади спільної роботи традиційних та відновлюваних електростанцій в локальних системах.

3. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / Кудря С. О. – Підручник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2012.—495с.
2. Відновлювані джерела енергії / За ред. С.О. Кудрі. – Київ: ІВЕ НАНУ, 2020. – 392 с.
3. Величко С.А. Енергетика навколишнього середовища України (з електронними картами). Навч.-методич. посібник. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна. - 2003. - 52с.— 2006. – 280 с.
4. Альтернативні джерела енергії України: навч. посібник / І.О.Ковальов, О.В. Ратушиний. - Суми: Вид-во СумДУ, 2015. – 201 с.

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

6. Теорія ймовірностей, математична статистика та імовірнісні процеси: навч. посіб. / Ю. М. Слюсарчук, Й. Я. Хром'як, Л. Л. Джавала, В. М. Цимбал ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2015. — 364 с.

7. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії [Електронний ресурс]: курс лекцій для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка» / <https://classroom.google.com/c/MjUxOTY2OTAxNjI2?cjc=ul2xsb6>.

Додаткові:

1. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія –К.: Мінрегіонбуд України, 2011.-123с.

2. СОУ НЕК 341.001:2019. Вимоги до вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України.. Київ, 2019. - 33 с.

3. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за загальн. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с. / За посиланням: <https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/atlas.pdf>

4. Bocklisch T. Hybrid energy storage systems for renewable energy applications //Energy Procedia, IRES 2015, 103 p. doi: 10.1016/j.egypro.2015.07.582.

Навчальний контент

4. 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	Структура курсу. Сучасний розвиток технологій комплексного використання відновлюваних джерел енергії. літературні джерела [1, 2, 7 (л. 1)]
2	Переваги та обмеження щодо впровадження ВДЕ до комбінованих енергосистем. літературні джерела [3, 4, 7 (л. 2)]
3	Визначення потреби в маневрових потужностях енергосистеми. літературні джерела [5, 6, 7(л. 3)]
4	Прогнозування поточної потужності ВДЕ та забезпечення надійності енергопостачання. літературні джерела [2,6, 7 (л. 4)]
5	Методи та можливості прогнозування сонячної та вітрової енергії. літературні джерела [2, 7 (л. 5)]
6	Методи розрахунку регіонального енергетичного потенціалу ВДЕ різних видів. літературні джерела [1, 3, 7 (л. 6)]
7	Побудова Атласу енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. літературні джерела [2, 3, 7 (л. 7)]
8	Застосування акумуляторів енергії для підвищення надійності та стабільності енергопостачання. літературні джерела [2, 6, 7 (л. 8)]
9	Можливості поєднання різнотипних ВДЕ в комбінованій енергосистемі. літературні джерела [2, 5, 7 (л. 9)]
10	Розрахунок параметрів систем отримання «зеленого» водню. літературні джерела [1, 2, 7 (л. 10)]
11	Можливості та проблеми функціонування різних типів гібридних систем. літературні джерела [2, 5, 7 (л. 11)]
12	Методи розрахунку досяжних рівнів впровадження вітрових та сонячних електростанцій.

	<i>літературні джерела [6, 7 (л. 12)]</i>
13	Побудова математичної моделі роботи ВЕС у складі комбінованої енергосистеми. <i>літературні джерела [2, 4, 7 (л. 13)]</i>
14	Побудова математичної моделі фотоелектричної станції у складі комбінованої енергосистеми. <i>літературні джерела [2, 4, 7 (л. 14)]</i>
15	Методи стохастичної оптимізації гібридних енергосистем з ВДЕ. <i>літературні джерела [2, 5, 7 (л. 15)]</i>
16	Комплексне використання систем акумулювання енергії. <i>літературні джерела [1, 2, 7 (л. 16)]</i>
17	Методи розрахунку показників надійності та стійкості енергосистем. <i>літературні джерела [5, 6, 7 (л. 17)]</i>
18	Приклади спільної роботи традиційних та відновлюваних електростанцій в локальних системах. <i>літературні джерела [1, 7 (л. 18)]</i>

Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	80
2	Підготовка до заліку	13

Політика та контроль

5. 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 заняттях.
- правила поведінки на заняттях: аспірант має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;
- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;
- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- 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.

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

Поточний контроль: експрес-опитування, практичні заняття.

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

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше 40 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

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 52 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час практичних занять (9 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

Відповіді на екзамені оцінюються у 48 балів.

Робота на практичних заняттях (максимум 9 балів):

- активна творча робота – 1 бал;
- плідна робота – 0,5 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Виконання РГР:

- якісно виконана робота – 28 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 24 бали;
- роботу виконано з певними помилками – 18 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 0,5 бала.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної роботи – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання з різних тематичних розділів.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання екзаменаційного білету, а також на додаткові питання, чітко визначення всіх понять, величин: 48 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 35-40 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті енергетичних процесів: 20-25 балів;
- припускаються суттєві помилки, нерозуміння основних понять та фізичних процесів: до 15 балів.

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль:

1. Відновлювані та традиційні види енергії.
2. Валовий, технічний та економічний потенціал ВДЕ.
3. Особливості географічного розподілу ресурсів ВДЕ України.
4. Технічні обмеження, пов'язані з використанням ВДЕ.
5. Прогнозування поточної потужності ВДЕ (вітру, сонця).

6. *Методи створення та шляхи вдосконалення атласу енергетичного потенціалу ВДЕ.*
7. *Способи компенсації змінного характеру генерації ВДЕ.*
8. *Використання водневої енергетики в комплексі з ВДЕ.*
9. *Фактори, що визначають допустиму величину ВДЕ у складі ОЕС.*
10. *Системи акумулювання енергії ВДЕ.*
12. *Види локальних комплексних енергосистем з ВДЕ.*
13. *Моделювання поточної потужності ВДЕ випадковим процесом.*
14. *Можливості імітаційного моделювання балансу потужностей ВДЕ.*
15. *Технічні та економічні критерії оцінки гібридної енергосистеми.*
16. *Диспетчерські методи обмеження впливу ВЕС на роботу енергосистеми.*
17. *Режими роботи вітро- та фотодизельних енергосистем.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, д.т.н. Кузнєцовим М.П.

Ухвалено кафедрою відновлюваної енергетики ФЕА(протокол № 10 від 28.05.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 8 від _23.06.2020р.)