



# КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

## 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>НЕТРАДИЦІЙНІ ТА ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Денна (очна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 години / 3 кредити ECTS (лекцій – 36, практичні – 18, самостійна робота - 36)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 2 рази на тиждень, практичні заняття – 1 раз на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н. Кузнєцов Микола Петрович, nik_ku@ukr.net, 0666185400 Практичні заняття: асистент Мельник Олександр Анатолійович, melnyk.oleksandr@ill.kpi.ua, 0686237435</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MjUxOTY2OTAxNjI2?cjc=ul2xsb6">https://classroom.google.com/c/MjUxOTY2OTAxNjI2?cjc=ul2xsb6</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

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

**Метою навчальної дисципліни** є формування у студентів наступних здатностей: (K02) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (K05) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (K06) Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. (K08) Здатність працювати автономно. (K12) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки. (K13) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг. (K14) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. (K15) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. (K16) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії. (K19) Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування. (K20) Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці. (K26) Здатність забезпечувати моделювання електротехнічних об'єктів і технологічних процесів виробництва, передачі та розподілу електричної

енергії з використанням стандартизованих пакетів і засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.

**Предмет навчальної дисципліни** – комплексні енергетичні системи на основі відновлюваних джерел енергії, а також комбіновані системи енергопостачання на основі відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії з системами акумулювання енергії у складі традиційних енергосистем.

#### **Програмні результати навчання:**

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

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами “Фотоенергетика”, “Вітроенергетика”, “Перетворення та акумулювання енергії відновлюваних джерел”, «Електрична частина станцій та підстанцій». Знання та уміння одержані в процесі вивчення дисципліни «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії» є фундаментальною основою для подальшої переддипломної практики та дипломного проектування.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Розділ 1. Нетрадиційні і відновлювані джерела енергії та комбіновані системи енергопостачання на їх основі**, до якого ввійшли питання класифікації відновлюваних джерел енергії, основні поняття дисципліни, способи використання ВДЕ в комбінованих енергосистемах, основні переваги та недоліки, вплив на потреби в маневрових потужностях, прогнозування сонячної та вітрової енергії як засіб забезпечення надійності енергопостачання.

**Розділ 2. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії**, де розглянуто методологію розрахунку відновлюваного енергетичного потенціалу, залежність від кліматичних і географічних особливостей, можливості сумісного використання різнотипних ВДЕ та засобів акумулювання енергії, застосування водню в якості довгострокового акумулятора.

**Розділ 3. Забезпечення ефективної роботи гібридних енергосистем**, до якого ввійшли класифікація та особливості гібридних систем, комбіновані енергосистеми традиційної та відновлюваної енергетики, переваги та недоліки різних схем приєднання до мереж, обмеження та методи розрахунку досяжних рівнів впровадження ВДЕ, математичне моделювання, оптимізація комбінованих систем з використанням систем акумулювання, вплив ВДЕ на стійкість енергосистеми, вітро-сонячних та вітро-дизельних електростанцій.

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

Основні інформаційні ресурси:

1. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії: Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: МП Кузнецов, ОА Мельник–Електронні текстові дані (1 файл: 7, 93 Мбайт).–Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.–304 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48635>
  2. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії: розрахункова робота.[Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: ВФ Резцов, МП Кузнецов, ОА Мельник–Електронні текстові дані (1 файл: 936 Кбайт).–Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.–27 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48634>
  3. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / Кудря С. О. – Підручник. – Київ: Національний технічний університет України («КПІ»), 2012.–495с.
  4. Відновлювані джерела енергії / За ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
  5. Альтернативні джерела енергії України: навч. посіб. / І.О.Ковальов, О.В. Ратушний. - Суми: Вид-во СумДУ, 2015. – 201 с.
  6. Лежнюк П.Д. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах: монографія / П.Д. Лежнюк, О.А. Ковальчук, О.В. Нікіторович, В.В. Кулик - Вінниця: ВНТУ, 2014. – 204 с.
  7. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с
  8. Дистанційний курс «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії», 2022. <https://classroom.google.com/c/MjUxOTY2OTAxNjI2?cjc=ul2xsb6>.
  9. Akinyele D., Belikov J., Levron Y. Battery Storage Technologies for Electrical Applications: Impact in Stand-Alone Photovoltaic Systems // Energies, 2017, v.10, 39 p.
  10. Bocklisch T. Hybrid energy storage systems for renewable energy applications. Energy Procedia, 2015. 103 p.
  11. Obukhov S., Ibrahim A., Tolba M.A., M.El-Rifaie A. Power balance management of an autonomous hybrid energy system based on the dual-energy storage // Energies, 2019, v.12; doi:10.3390/en12244690.
  12. Okinda V.O., Odero N.A. A review of techniques in optimal sizing of hybrid renewable energy systems. IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology. Issue 11, 2015. – P.153-163.
- Додаткові:
13. Кармазін О.О. Балансова надійність електроенергетичних систем в умовах зростання частки відновлюваної енергетики. Автореф. канд. дис. Київ, 2019. – 20 с.
  14. Кузнецов М.П. Моделювання параметрів роботи енергосистеми, які носять випадковий характер // Відновлювана енергетика. – 2012, №3. – С.5-9..
  15. Кудря С.О., Морозов Ю.П., Кузнецов М.П. Перспективні напрями розвитку сучасних технологій виробництва водню з використанням відновлюваних джерел енергії / Відновлювана енергетика ХХІ століття. Матеріали ХІІІ міжнародної конференції. Крим: 2012.
  16. Кононенко А.І., Храповицький І.С., Щелкунова Л.І. Математичне програмування: Тексти лекцій – Харків, ХДТУБА, 2010. – 114 с.СОУ НЕК 341.001:2019 Вимоги до вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України. НПЦР ОЕС України, 2019.
  17. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Київ, Мінрегіонбуд України. – 127 с.
  18. СОУ НЕК 341.001:2019 Вимоги до вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі паралельно з об'єднаною енергетичною системою України. НПЦР ОЕС України, 2019.
  19. СОУ-Н МЕВ 40.1-00100227-68:2012 «Стійкість енергосистем. Керівні вказівки». Міненерго України, 2012.
  20. СОУ-Н ЯЕК 04.156:2009 Основні вимоги щодо регулювання частоти та потужності в ОЕС України. Настанова. Чинний від 2009.

21. Єдиний державний веб-портал відкритих даних. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://data.gov.ua>.

22. Smil, Vaclav. Energy and Civilization: A History. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2017.

## 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 до дисципліни «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії». Структура курсу. Класифікація нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Сучасний розвиток технологій комплексного використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Термінологія, що стосується основних понять дисципліни. <i>літературні джерела [1, 4], дистанційний курс тема 1.1 (л. 1)</i>
2	Використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії в комбінованих енергосистемах. Основні переваги та недоліки. Досяжні обсяги. <i>літературні джерела [2, 3, 7], дистанційний курс тема 1.1 (л. 2)</i>
3	Вплив обсягів впровадження відновлюваних джерел енергії на потреби в маневрових потужностях об'єднаної енергосистеми. <i>літературні джерела [2, 7], дистанційний курс тема 1.2 (л. 3)</i>
4	Засоби підвищення надійності енергопостачання з нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Прогнозування як засіб забезпечення надійності. <i>літературні джерела [1, 2], дистанційний курс тема 1.2 (л. 4)</i>
5	Особливості прогнозування сонячної та вітрової енергії. Приклади прогнозування та досяжна точність. <i>літературні джерела [1, 2], дистанційний курс тема 1.2 (л. 5)</i>
6	Етапи та методи побудови атласів енергетичного потенціалу. Методологія розрахунку вітрового потенціалу. Залежність ефективності використання енергії відновлюваних джерел від кліматичних і географічних особливостей територій. <i>літературні джерела [1, 2, 6], дистанційний курс тема 2.1 (л. 6)</i>
7	Основні характеристики та питомі енергетичні показники енергії вітру та сонячної радіації в різних кліматичних зонах світу та України. Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії України. <i>літературні джерела [1, 6, 9], дистанційний курс тема 2.1 (л. 7)</i>
8	Можливості сумісного використання вітрової та сонячної енергії. Застосування акумуляторів енергії як один із заходів підвищення надійності та стабільності енергопостачання. <i>літературні джерела [1, 6, 7], дистанційний курс тема 2.2 (л. 8)</i>
9	Комплексне використання різнотипних ВДЕ. Можливості поєднання в одній енергосистемі. <i>літературні джерела [1, 2, 3], дистанційний курс тема 2.2 (л. 9)</i>
10	Воднева енергетика, методи отримання водню із застосуванням відновлюваних джерел енергії. Оптимізація параметрів системи отримання водню. <i>літературні джерела [1, 20], дистанційний курс тема 2.2 (л. 10).</i>
11	Класифікація гібридних систем. Використання ВДЕ в гібридній енергосистемі. Комбіновані енергосистеми традиційної та відновлюваної енергетики. Автономні та мережеві системи. Переваги та недоліки різних схем приєднання до мережі. <i>літературні джерела [1, 6, 8], дистанційний курс тема 3.1 (л. 11).</i>
12	Обмеження щодо рівнів впровадження вітрових та сонячних електростанцій до об'єднаної енергосистеми. Методи розрахунку досяжних рівнів впровадження. <i>літературні джерела [1, 8], дистанційний курс тема 3.1 (л. 12)</i>
13	Математичне моделювання комбінованої енергосистеми на базі вітрових електростанцій. Розрахунок параметрів моделі. <i>літературні джерела [5, 20], дистанційний курс тема 3.2 (л. 13)</i>

14	Особливості моделювання комбінованої енергосистеми, до якої входять сонячні електростанції. <i>літературні джерела [5, 20], дистанційний курс тема 3.2 (л. 14)</i>
15	Оптимізація комбінованих енергосистем з мінливими відновлюваними джерелами та з використанням акумулювання енергії. <i>літературні джерела [1, 14], дистанційний курс тема 3.2 (л. 15)</i>
16	Системи акумулювання енергії відновлюваних джерел. Комбіновані енергетичні системи на основі відновлюваних джерел з комплексним використання систем акумулювання енергії. <i>літературні джерела [1,11], дистанційний курс тема 3.3 (л. 16)</i>
17	Фактори впливу відновлюваної енергетики на стійкість енергосистеми. Показники надійності роботи енергосистем. Індекси втрати живлення та втрати енергії. <i>літературні джерела [4,12, 17], дистанційний курс тема 3.3 (л. 17)</i>
18	Моделі спільної роботи теплових та вітро-сонячних електростанцій. Вітро-дизельні, фотоелектричні електростанції. Модульна контрольна робота – аналіз результатів. <i>літературні джерела [1, 20], дистанційний курс тема 3.3 (л. 18)</i>

### **Практичні заняття**

<i>№</i>	<i>Назва теми заняття та основних питань</i>
1	Особливості використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії в комбінованих енергосистемах.
2	Проблеми надійності постачання енергії з відновлюваних джерел.
3	Потенціал відновлюваних джерел енергії, методи досліджень.
4	Можливості комплексного використання різнотипних джерел енергії.
5	Типи гібридних енергосистем, особливості та обмеження.
6	Математичне моделювання та постановка задач оптимізації.
7	Можливості використання відновлюваної енергетики у складі енергосистем різного типу.
8	Модульна контрольна робота – розрахунок комплексної енергосистеми.
9	Огляд курсу, консультації, підготовка до заліку.

### **Самостійна робота студента**

<i>№ з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	Підготовка до практичних занять	18
2	Виконання розрахункової роботи	10
3	Підготовка до модульної контрольної роботи	2
4	Підготовка до заліку	6

### **Політика та контроль**

#### **6. 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. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях;

– правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;

– правила захисту індивідуальних завдань: захист контрольної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки КР;

– правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні 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 участь у факультетських та інститутських наукових конференціях;

– політика граничних строків та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту МКР чи РР 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 «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії»;

– 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.

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

**Поточний контроль:** виконання завдань до практичних занять, модульна контрольна робота (МКР), розрахункова робота (РР).

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

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімально позитивна оцінка за МКР та РР, семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

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

- відповіді під час практичних занять (ПЗ) (9 занять);
- виконання розрахункової роботи (РР);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

<i>ПЗ</i>	<i>МКР</i>	<i>РР</i>	<i>Рс</i>	<i>Рз</i>
<i>18</i>	<i>30</i>	<i>52</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

### Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал одного практичного заняття – 2.

Максимальна кількість балів за всі практичні заняття дорівнює 2 бали × 9 занять = 18 балів.

### Виконання модульної контрольної роботи (МКР):

Модульний контроль здійснюється частинами у два етапи. Напередодні першого календарного контролю проводиться МКР-1 та напередодні другого календарного контролю МКР-2. Ваговий бал однієї частини МКР – 15 балів.

Максимальна кількість балів за виконання 2 частин МКР – 15 × 2=30 балів.

Критерії оцінювання

- повне, вірне та вчасне виконання – 15 балів;

- при неповному виконанні завдань бали нараховуються пропорційними до частки вірних результатів по відношенню до загального їх числа у даному завданні.

### **Виконання розрахункової роботи (РР):**

Згідно з робочим навчальним планом кожен студент виконує розрахункову роботу. Максимальна кількість балів за виконання РР – 52 і складається з максимального балу за оформлення – 26, за захист – 26.

Критерії оцінювання

За оформлення:

- дотримання вимог оформлення – 26 балів;
- незначне відхилення від вимог щодо оформлення – 20 балів;
- значне відхилення від вимог щодо оформлення – 15 балів;
- РР не оформлена належним чином – 0 балів та повертається на переробку.

За захист:

- розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту – 26 балів;
- розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту з деякими неточностями – 20 балів;
- неповні відповіді на запитання до захисту – 10-15 балів;
- робота виконана з суттєвими помилками, студент не може дати відповіді до захисту – 0 балів.

### **Календарний контроль**

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доноситься до студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

### **Додаткові (бонусні) бали**

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 10 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть бути отримані за такі види робіт: «Івенти».

#### **Івенти**

Івенти - це спеціальні події для студентів, які хочуть отримати додаткові бали за вирішення ускладнених завдань. Івенти активуються у визначений час і активні обмежений час. Додаткові бали отримують тільки ті студенти, які надали правильну відповідь та увійшли в певну кількість, які першими її завантажили. Кількість балів за додаткові завдання визначає кожен івент окремо.

### **Форма семестрового контролю – залік**

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 100 балів. Необхідною умовою допуску до заліку є виконані МКР та РР та семестровий рейтинг не менше 30 балів. На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу за тематикою кредитного модуля.

За умови виконання вимог допуску до семестрового контролю та отримання не менше 60 балів стартового рейтингу студент має право переведення балів стартового рейтингу у підсумкову оцінку за дисципліну.

Якщо студент отримав 60 чи більше балів та хоче підвищення оцінки за дисципліну, він також зобов'язаний писати залікову контрольну роботу, при цьому стартовий рейтинг студента скасовується, а оцінка за залікову контрольну роботу є підсумковою за дисципліну.

Залікове завдання містить 3 залікових питання. Перше залікове питання оцінюється максимально у 34 бали, друге та третє залікові питання оцінюються максимально у 33 бали кожне.

Критерії оцінювання першого залікового питання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 32-34 балів;
- «дуже добре», майже повна відповідь на питання у обов'язку не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 29-33 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 25-28 балів;
- «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 22-24 балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 20-21 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Критерії оцінювання другого та третього залікових питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 32 – 33 балів,
- «дуже добре», майже повна відповідь на питання у обсязі не менш, ніж 85% потрібної інформації, або незначні неточності – 29-31 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 25-28 балів;
- «задовільно», неповна відповідь у обсязі не менш ніж 65% потрібної інформації та деякі несуттєві помилки – 22-24 балів;
- «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі суттєві помилки) – 20 – 21 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Остаточний рейтинг студента складає суму балів, отриманих за виконання всіх завдань, передбачених РСО, або за виконання залікового завдання.

Залікові питання завдання визначаються викладачем і відповідають переліку питань, наведеному нижче.

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

1. Невідновлювані та відновлювані традиційні види енергії.
2. Відновлювані нетрадиційні види енергії.
3. Валовий, технічний та економічний потенціал ВДЕ.
4. Особливості географічного розподілу ресурсів ВДЕ України.
5. Переваги та недоліки ВДЕ у порівнянні з традиційними джерелами.
6. Технічні обмеження, пов'язані з використанням ВДЕ.
7. Особливості часового розподілу потужностей ВДЕ протягом року.
8. Методи прогнозування потужності ВДЕ (вітру, сонця).
9. Часові горизонти прогнозування ВДЕ та досяжна точність прогнозу.
10. Залежність похибки прогнозування від географічної дисперсії об'єктів ВДЕ.
11. Особливості систематичних вимірів вітру як енергетичного ресурсу.
12. Шляхи вдосконалення атласу енергетичного потенціалу ВДЕ.
13. Способи компенсації змінного характеру генерації ВДЕ.
14. Використання водневої енергетики в комплексі з ВДЕ.
15. Фактори, що визначають допустиму величину ВДЕ у складі ОЕС.
16. Допустима величина вітро-сонячної генерації в умовах ОЕС України.
17. Системи акумулювання енергії ВДЕ.
18. Види локальних комплексних енергосистем з ВДЕ.
19. Регулюючі можливості ОЕС України.
20. Можливі схеми та принцип дії мережевих енергосистем з ВДЕ.
21. Первинне та вторинне регулювання потужності при впровадженні ВДЕ.
22. Можливі схеми та принцип дії автономних енергосистем з ВДЕ.
23. Моделювання поточної потужності ВДЕ випадковим процесом.
24. Головні проблеми автономних енергосистем з ВДЕ та засоби їх вирішення.



25. Економічні критерії для визначення компонентів гібридної енергосистеми.
26. Основні фактори впливу ВДЕ на стійкість енергосистеми.
27. Визначення індексу втрати живлення та втрати енергії.
28. Диспетчерські методи обмеження впливу ВЕС на роботу енергосистеми.
29. Режим роботи акумуляторних батарей в комплексній енергосистемі.
30. Режим роботи вітро-дизельних та фото-дизельних енергосистем.

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

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

**Ухвалено** кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 14 від 24.05.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 20.06.2024)