



# Особливості виробництва електричної 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>Електричні системи і мережі</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS (лекцій – 36, практичні – 18, самостійна робота - 66)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</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. Будько Василь Іванович, 0679785527 Практичні заняття: асистент Мельник Олександр Анатолійович, 0686237435</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MjY4NzYzMjY0NTAw?cjc=63nlivo">https://classroom.google.com/c/MjY4NzYzMjY0NTAw?cjc=63nlivo</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Особливості виробництва електричної енергії» складено відповідно до освітньої програми «Електричні системи і мережі» енергосистем підготовки бакалаврів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

**Метою навчальної дисципліни** є формування та закріплення у студентів наступних здатностей: доповнення по закріпленню студентами наступних здатностей: (K02) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (K03) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; (K05) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (K07) Здатність працювати в команді; (K08) Здатність працювати автономно; (K12) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; (K16) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

**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; (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.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами “Фізика”, “Вища математика”, “Теоретичні основи електротехніки”. Знання та уміння, одержані в процесі вивчення освітнього компонента є доповнюючими для подальшого вивчення освітньої компоненти «Електрична частина станцій та підстанцій».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Енергетичні ресурси та основні технології їх використання.**

Тема 1.1. Енергетичні ресурси.

Тема 1.2. Основні технології використання енергоресурсів.

### **Розділ 2. Технології використання відновлюваних джерел енергії.**

Тема 2.1. Технологія використання енергії води.

Тема 2.2. Технологія використання енергії вітру.

Тема 2.3. Технологія використання сонячної енергії: перетворення сонячної енергії в теплову.

Тема 2.4. Технологія використання сонячної енергії: перетворення сонячної енергії в електричну.

Тема 2.5. Технології використання енергії біомаси: пряме спалювання.

Тема 2.6. Технології використання енергії біомаси: отримання і використання біогазу.

Тема 2.7. Технології використання енергії біомаси: отримання і використання генераторного газу.

Тема 2.8. Технології використання геотермальної енергії.

Тема 2.9. Технології використання шахтного метану.

Тема 2.10. Технології використання надлишкового тиску газу.

Тема 2.11. Технології використання енергії океанів і морів.

Тема 2.12. Технологія використання градієнта температур (теплоти ґрунту, води).

### **Розділ 3. Технології використання перспективних джерел енергії.**

Тема 3.1. Технології використання енергії ядра і спонтанних хімічних реакцій.

Тема 3.2. Перспективні технології перетворення енергії (космічне випромінювання, атмосферний електричний струм, земний магнетизм).

### **Розділ 4. Енергозбереження та порівняння технологій використання джерел енергії.**

Тема 4.1. Порівняльний аналіз технологій отримання електричної і теплової енергії традиційних і нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

Тема 4.2. Енергозбереження як «технологія» зменшення споживання енергоресурсів.

## **4 Навчальні матеріали та ресурси**

### **Основна література**

1. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – монографія – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2020. – 392 с.

2. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / Кудря Степан Олександрович. – Підручник. – Київ: Національний технічний університет України («КПІ»), 2012. – 490 с.

3. *Енергетичні ресурси та потоки. За загальною редакцією А.К. Шидловського. “Українські енциклопедичні знання” Київ.: 2003 – 468с.*

4. *Особливості виробництва електричної енергії: Курс лекцій. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньо-професійною програмою «Електричні системи і мережі», «Електричні станції», «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. В.І. Будько. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 280 с.*

#### **Додаткова література**

5. *RENEWABLES 2022: GLOBAL STATUS REPORT (доступ за посиланням [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Full_Report.pdf)).*

6. *EnErgy EfficiEncy and rEnEwable EnErgy: H a n d b o o k (доступ за посиланням <https://www.pdfdrive.com/energy-efficiency-and-renewable-energy-handbook-second-edition-d176086604.html>).*

### **Навчальний контент**

#### **4. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)**

##### *Лекційні заняття*

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)</i>
1	<b>Тема 1.1. Енергетичні ресурси.</b> <i>Потенціал енергетичних ресурсів в світі та Україні. Основна термінологія.</i>
2	<b>Тема 1.2. Основні технології використання енергоресурсів.</b> <i>Основні промислові технології отримання електричної енергії. Технологія виробництва теплової та електричної енергії за технологією когенерації. Виробництво енергії за рахунок двигунів внутрішнього згорання.</i>
3	<b>Тема 2.1. Технологія використання енергії води.</b> <i>Основні питання: Потенціал енергії води. Традиційні способи використання енергії води. Конструкція гідроагрегатів. Сучасні та перспективні технології.</i>
4	<b>Тема 2.2. Технологія використання енергії вітру.</b> <i>Основні питання: Потенціал енергії вітру. Традиційні способи використання енергії вітру. Конструкція вітроагрегатів. Сучасні та перспективні технології.</i>
5	<b>Тема 2.3. Технологія використання сонячної енергії: перетворення сонячної енергії в теплову.</b> <i>Потенціал сонячної енергії. Традиційні способи використання сонячної енергії. Конструкція сонячних колекторів. Сучасні та перспективні технології.</i>
6	<b>Тема 2.4. Технологія використання сонячної енергії: перетворення сонячної енергії в електричну.</b> <i>Основні питання: Традиційні способи перетворення сонячної енергії. Конструкція сонячних батарей та електростанцій. Сучасні та перспективні технології.</i>
7	<b>Тема 2.5. Технології використання енергії біомаси: пряме спалювання.</b> <i>Основні питання: Потенціал енергії біомаси. Традиційні способи використання енергії біомаси. Особливості конструкції установок. Сучасні та перспективні технології.</i>
8	<b>Тема 2.6. Технології використання енергії біомаси: отримання і використання біогазу.</b> <i>Основні питання: Способи отримання і використання біогазу. Конструкція біореакторів та біогазових установок. Сучасні та перспективні технології.</i>

9	<b>Тема 2.7. Технології використання енергії біомаси: отримання і використання генераторного газу.</b> Основні питання: Способи отримання і використання генераторного газу. Особливості конструкції терморекторів.
10	<b>Тема 2.8. Технології використання геотермальної енергії.</b> Основні питання: Потенціал геотермальної енергії. Способи використання геотермальної енергії. Конструкція енергоустановок.
11	<b>Тема 2.9. Технології використання шахтного метану.</b> Основні питання: Потенціал енергії шахтного метану. Способи та засоби його використання. Когенераційні установки для роботи на шахтному метані.
12	<b>Тема 2.10. Технології використання надлишкового тиску газу.</b> Основні питання: Потенціал енергії надлишкового тиску газу в різних галузях.
13	<b>Тема 2.11. Технології використання енергії океанів і морів.</b> Основні питання: Потенціал енергії океанів і морів. Способи та засоби використання енергії хвиль та припливів – хвильові та припливні електростанції. Перспективні технології, засновані на використанні градієнта солоності води.
14	<b>Тема 2.12. Технологія використання градієнта температур (теплоти ґрунту, води).</b> Основні питання: Потенціал енергії ґрунту та води. Способи та засоби його використання – теплові насоси. Перспективні технології.
15	<b>Тема 3.1. Технології використання енергії ядра і спонтанних хімічних реакцій.</b> Основні питання: Потенціал енергії штучного ядерного синтезу і природного ядерного розпаду. Способи та засоби його використання.
16	<b>Тема 3.2. Перспективні технології перетворення енергії (космічне випромінювання, атмосферний електричний струм, земний магнетизм).</b> Основні питання: Потенціал енергії космічного випромінювання, атмосферного електричного струму, земного магнетизму. Способи та засоби його використання – теплові насоси.
17	<b>Тема 4.1. Порівняльний аналіз технологій отримання електричної і теплової енергії традиційних і нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.</b> Основні питання: Економічні та екологічні показники і характеристики технологій отримання електричної і теплової енергії традиційних і нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Питомі показники. Тенденції.
18	<b>Тема 4.2. Енергозбереження як «технологія» зменшення споживання енергоресурсів.</b> Основні питання: Потенціал енергозбереження при виробництві і споживанні енергії. Сучасні технології виробництва енергії як засіб енергозбереження. Перспективні технології.

#### Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<b>Практичне заняття №1. Енергетичні ресурси.</b> Основні питання заняття: Вступне заняття. Основна термінологія. Поняття нафтового еквіваленту.
2	<b>Практичне заняття №2. Використання енергії води.</b> Основні питання заняття: Розрахунок гідроелектростанції.
3	<b>Практичне заняття №3. Використання енергії вітру.</b> Основні питання заняття: Розрахунок вітроелектростанції. Підготовка до МКР1.
4	<b>Практичне заняття №4. Використання енергії сонця.</b> Основні питання заняття: Розрахунок фотоелектростанції. МКР1.
5	<b>Практичне заняття №5. Використання енергії біомаси.</b>

	<i>Основні питання заняття: Розрахунок котлів на біомасі.</i>
6	<b>Практичне заняття №6. Використання геотермальної енергії.</b> <i>Основні питання заняття: Розрахунок геотермальних установок.</i>
7	<b>Практичне заняття №7. Використання теплового градієнту (Теплові насоси).</b> <i>Основні питання заняття: Розрахунок теплових насосів. Підготовка до МКР2.</i>
8	<b>Практичне заняття №8. Енергоресурсозбереження.</b> <i>Основні питання заняття: Розрахунок енергозберігаючих заходів. МКР2.</i>
9	<b>Практичне заняття №9. Перспективні технології перетворення енергії.</b> <i>Основні питання заняття: Розгляд інших перспективних технологій перетворення енергії. Підготовка до заліку.</i>

### Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Опрацювання лекційного матеріалу	22
2	Підготовка до практичних занять	36
3	Підготовка до МКР	2
4	Підготовка до заліку	6

### 6. Контрольна робота

З метою перевірки засвоєння студентами навчального матеріалу, своєчасного коригування навчального процесу та підведенні підсумків перед здачею семестрового заліку пропонується проведення І-ї модульної контрольної роботи що складається з двох частин: Ч.1 та Ч.2.

Основними цілями проведення модульних контрольних робіт є:

1. Перевірка засвоєння студентами навчального матеріалу.
2. Своєчасне коригування навчального процесу.
3. Підведення підсумків перед семестровим заліком.

Модульні контрольні роботи проводяться після викладення та засвоєння всіх тем курсу, а завдання на роботу визначаються змістом викладеного матеріалу.

Модульна контрольна робота №1. Ч.1. (По темах 1.1- 1,2; 2.1- 2.2).

Модульна контрольна робота №1. Ч.2. (По темах 2.3-2.10).

## Політика та контроль

### 5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу І-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'явиться на МКР (без поважної причини), 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 «Моделювання електромеханічних систем»;

• при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах 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:** МКР, виконання завдань до практичних занять.

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

**Семестровий контроль:** залік.

**Умови допуску до семестрового контролю:** виконані завдання до практичних занять, семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

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

- виконання завдань до практичних занять;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- відповіді на заліку.

Практичні заняття	МКР	Залік
50	50	100

### Практичні заняття

**Ваговий бал 1.** Максимальна кількість балів за всі практичні заняття – 5,5 балів \* 9 занять = 50 балів.

На практичних заняттях студенти разом із викладачем розв'язують завдання за тематикою практичного заняття. Після кожного практичного заняття студенти отримують домашнє завдання, яке необхідно вирішити та надати на перевірку викладачу до початку наступного заняття (зазвичай це 2 тижні, однак іноді цей час може бути змінений викладачем у деяких конкретних випадках).

### Критерії оцінювання

- домашнє завдання вирішено вірно та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 5,5 балів;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 4 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 3 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 2,5 бали;
- домашнє завдання вирішено із значними помилками – повертається на доопрацювання.

**УВАГА!** Вирішення та здача всіх домашніх завдань є умовою допуску до складання екзамену. Студенти, що на момент консультації перед екзаменом не здали домашні завдання, не допускаються до основної здачі та готуються до перескладання.

### **Модульна контрольна робота**

**Ваговий бал – 50.** Модульна контрольна робота (МКР) виконується протягом семестру на одному з практичних занять після вивчення Розділу 1 та виконання практичних занять 1-4.

#### **Критерії оцінювання модульної контрольної роботи:**

На модульній контрольній роботі студент виконує 50 тестових завдань. Кожне завдання оцінюється від 0 до 1 балу:

- вірно виконане тестове завдання – 1 бал;
- крім вірно виконаного варіанту відповіді відмічений також невірний варіант відповіді – 0,5 бала;
- крім вірно виконаного варіанту відповіді відмічені також два невірні варіанти відповіді – 0,25 бала;
- невірно виконане тестове завдання або відмічені всі чотири варіанти відповідей – 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 виконані завдання до практичних занять, семестровий рейтинг не менше 30 балів.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу за тематикою кредитного модуля. Залікові питання завдання визначаються викладачем і відповідають переліку питань, наведеному у Додатку 1 до силабусу.

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.

За умови виконання вимог допуску до семестрового контролю та отримання студентом від 40 до 59 балів (включно), або якщо студент отримав 60 чи більше балів та хоче підвищення оцінки за дисципліну, він 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 обсязі 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.

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

1. Енергетичні ресурси.
2. Основні технології використання енергоресурсів.
3. Технологія використання енергії води.
4. Технологія використання енергії вітру.
5. Технологія використання сонячної енергії: перетворення сонячної енергії в теплову.
6. Технологія використання сонячної енергії: перетворення сонячної енергії в електричну.
7. Технології використання енергії біомаси: пряме спалювання.
8. Технології використання енергії біомаси: отримання і використання біогазу.
9. Технології використання енергії біомаси: отримання і використання генераторного газу.
10. Технології використання геотермальної енергії.



11. *Технології використання шахтного метану.*
12. *Технології використання надлишкового тиску газу.*
13. *Технології використання енергії океанів і морів.*
14. *Технологія використання градієнта температур (теплоти ґрунту, води).*
15. *Технології використання енергії ядра і спонтанних хімічних реакцій.*
16. *Перспективні технології перетворення енергії (космічне випромінювання, атмосферний електрострум, земний магнетизм).*
17. *Порівняльний аналіз технологій отримання електричної і теплової енергії традиційних і нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.*
18. *Енергозбереження як «технологія» зменшення споживання енергоресурсів.*

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

**Складено** завідувачем кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, д.т.н. Бурдюком В.І.

**Ухвалено** кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 10 від 17.05.2023 р.).

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16.06.2023).