



# Електромехатронні системи відновлювальних джерел електроенергії

## 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>Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)/ заочна/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 рік навчання, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредита 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Босак Алла Василівна, тел. 050-729-50-67, email: <a href="mailto:alla_koz@ukr.net">alla_koz@ukr.net</a><sup>1</sup> Практичні / Семінарські: к.т.н., доцент, Босак Алла Василівна, тел. 050-729-50-67, email: <a href="mailto:alla_koz@ukr.net">alla_koz@ukr.net</a></i>
Розміщення курсу	<i>Доступний на платформі «Сікорський». Код доступу надається викладачем на першому занятті.</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

У світовій енергетиці обрано пріоритетний розвиток виробництва енергії з відновлюваних джерел енергії, що дозволяє подолати енергетичні, екологічні та економічні проблеми сучасності. Позитивні результати функціонування європейської енергетики за новим низьковуглецевим курсом засвідчують правильність стратегічних рішень щодо розвитку відновлюваної енергетики. Зважаючи на подібність багатьох нагальних проблем української і європейської енергетики, стратегічні рішення для української енергетики мають враховувати відповідний європейський досвід.

Мета вивчення дисципліни – формування у студента теоретичних і практичних знань принципів перетворення сонячного світла, вітру та рухомої води в електроенергію. Під час вивчення дисципліни студенти опановують методи проектування маломасштабної системи, яку можна використовувати в автономному контексті.

<sup>1</sup> Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

Предметом навчальної дисципліни є відновлювальні джерела електроенергії.

Програмні результати навчання:

(ФК9) Здатність до підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; (ФК10) Здатність постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; (ФК14) здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з розробкою автоматичних систем керування, оцінювати накопичений досвід.

(ПРН4) знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок; (ПРН7) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; (ПРН13) розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни; (ПРН18) вміти самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

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

Навчальна дисципліна «Електромехатронні системи відновлювальних джерел електроенергії» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як: «Обчислювальна техніка та програмування», «Основи електромехатроніки», «Основи цифрової та аналогової схемотехніки», тощо.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Електромехатронні системи відновлювальних джерел електроенергії», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують інженерні завдання у сфері електротехніки та при вивченні таких дисциплін: «Основи автоматизованого проектування електротехнічних установок та комплексів», «Системи автоматизації інженерних розрахунків електроприводу», тощо.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **- Розділ 1. Поновлювальні джерела енергії:**

Тема 1.1. Загальні положення.

Тема 1.2. Енергетичні ресурси в Україні.

Тема 1.3. Законодавчо-правове забезпечення відновлюваної енергетики України.

### **- Розділ 2. Сонячна енергія:**

Тема 2.1. Ресурси сонячної енергії.

Тема 2.2. Класифікація та принцип дії сонячних колекторів.

Тема 2.3. Системи сонячного теплопостачання.

Тема 2.4. Застосування фотобатарей та сонячних колекторів у приватних господарствах.

### **- Розділ 3. Енергія вітру:**

Тема 3.1. Вітроенергетика України.

Тема 3.2. Особливості конструювання вітроенергетичних установок малої потужності.

Тема 3.3. Особливості використання вітроенергетичних установок малої потужності.

Тема 3.4. Практичні рекомендації при виборі та використанні вітроустановок малої потужності.

### **- Розділ 4. Енергія біомаси:**

Тема 4.1. Енергетичний потенціал твердої біомаси та торфу в Україні.

Тема 4.2. Енергетичний потенціал біогазу в Україні.

Тема 4.3. Технології та обладнання для спалювання твердих біопалив.

### **- Розділ 5. Гідроенергетика:**

Тема 5.1. Етапи становлення та сучасний стан малої гідроенергетики України.

Тема 5.2. Гідроенергетичний потенціал малих річок України.

### **- Розділ 6. Воднева енергетика:**

Тема 8.1. Воднева енергетика у світі та в Україні.

Тема 5.2. Тема 5.2. Виробництво водню.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література:

1. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
2. Сегеда М. С. Нетрадиційні та відновлювальні джерела електроенергії : навчальний посібник / М.С. Сегеда, М.Й. Олійник, О.Б. Дудурич ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. - 201 с.
3. Дудюк, Д. Л. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Д.Л. Дудюк, С.С. Мазепа, Я.М. Гнатишин. - Львів : Видавництво "Магнолія 2006", 2021. - 187 с.
4. Сиротюк С.В. Альтернативні джерела енергії. Енергія вітру : навчальний посібник / С.В. Сиротюк, В.М. Боярчук, В.П. Гальчак. - Львів : Видавництво "Магнолія 2006", 2021. - 180 с.
5. Сидоров В.І. Технології гідро- та вітроенергетики / В.І. Сидоров. - Черкаси : Вертикаль, 2016. - 165 с.

##### Допоміжна література:

1. Тащев Ю. В. Використання відновлювальних джерел енергії на підприємствах : монографія / Тащев, Ю.В. ; Міністерство освіти і науки України, Одеський національний економічний університет. - Одеса : Видавець Бондаренко М. О., 2019. - 243 с.
2. Комплексні системи енергозабезпечення автономних об'єктів на базі використання відновлюваних джерел енергії : звіт про науково-дослідну роботу (остаточний) / Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" ; керівник НДР С.О. Кудря. - Київ, 2019. - 148
3. Бойко С. М. Відновлювані джерела електричної енергії в структурах систем електропостачання залізничних підприємств (аналіз, перспективи, проекти) : монографія / С.М. Бойко, І.О. Сінчук, Ф.І. Караманиць ; під редакцією Олега Миколайовича Сінчука. - Кременчук : Видавець Щербатих О. В., 2017. - 152 с.
4. Галько, С. В., автор. Технології та засоби перетворення відновлювальних джерел енергії для приватних домогосподарств : монографія / Галько, С.В., Жарков В.Я., Жарков А.В. ; Міністерство освіти і науки України, Таврійський державний агротехнологічний університету. - Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр "Люкс", 2019. - 214 с.

*Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[5]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись*

#### Навчальний контент

##### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика викладання дисципліни поєднує наочні методи навчання з поясненням. Викладання проводиться у формі лекцій та практичних занять (практичний метод), самостійна робота, робота з літературою.

##### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
-------	------------------------------------------------------------------------

1-2	<p><b>Лекція 1.</b> Тема 1.1. Загальні положення. Види і класифікація поновлювальних джерел енергії. Стан і перспективи розвитку поновлювальних джерел енергії.  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p> <p><b>Лекція 2.</b> Тема 1.2. Енергетичні ресурси в Україні. Основні об'єкти нетрадиційної енергетики України  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p>
3-4	<p><b>Лекція 3.</b> Тема 1.3 Законодавчо-правове забезпечення відновлюваної енергетики. Законодавчо-правова та нормативна база з відновлювальної енергетики України. Проблеми взаємодії енергетики й екології  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p> <p><b>Лекція 4.</b> Тема 2.1. Ресурси сонячної енергії. Основні характеристики та енергетичні показники сонячної радіації. Сонячні водонагрівальні установки. Конструкції геліоустановок для електропостачання. Сонячні колектори.  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p>
5-6	<p><b>Лекція 5.</b> Тема 2.2. Класифікація та принципи дії сонячних колекторів.  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p> <p><b>Лекція 6.</b> Тема 2.3. Системи сонячного теплопостачання. Теплове акумулювання енергії. Енергетичний баланс теплового акумулятора. Класифікація акумуляторів тепла. Системи акумулювання. Використання енергії Сонця в промисловості.  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p>
7-8	<p><b>Лекція 7.</b> Тема 2.4. Застосування фотобатарей та сонячних колекторів у приватних господарствах.  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p> <p><b>Лекція 8.</b> Тема 3.1. Вітроенергетика України. Формування наукової бази вітроенергетики України. Промислова вітроенергетика, поточний стан, тенденції і перспективи розвитку.  <b>Література:</b> [1], [4], [5].</p>
9-10	<p><b>Лекція 9.</b> Тема 3.2. Мала вітроенергетика. Особливості конструювання вітроенергетичних установок малої потужності.  <b>Література:</b> [1], [4], [5].</p> <p><b>Лекція 10.</b> Тема 3.3. Особливості використання вітроенергетичних установок малої потужності  <b>Література:</b> [1], [4], [5].  <b>Модульна контрольна робота 1.</b></p>
11-12	<p><b>Лекція 11.</b> Тема 3.4. Практичні рекомендації при виборі та використанні вітроустановок малої потужності.  <b>Література:</b> [1], [4], [5].</p> <p><b>Лекція 12.</b> Тема 4.1. Енергетичний потенціал твердої біомаси та торфу в Україні.  <b>Література:</b> [1], [2],</p>
13-14	<p><b>Лекція 13.</b> Тема 4.2. Енергетичний потенціал біогазу в Україні  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p> <p><b>Лекція 14.</b> Тема 4.3. Технології та обладнання для спалювання твердих біопалив.  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p>
15-16	<p><b>Лекція 15.</b> Тема 5.1. Етапи становлення та сучасний стан малої гідроенергетики України. Класифікація малих гідроелектростанцій.  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p> <p><b>Лекція 16.</b> Тема 5.2. Гідроенергетичний потенціал малих річок України. Перспективи подальшого розвитку малої гідроенергетики України  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p>
17-18	<p><b>Лекція 17.</b> Тема 8.1. Воднева енергетика у світі та в Україні. Напрями та перспективи розвитку водневої енергетики. Характеристики водню як енергоносія. Застосування водню у відновлюваній енергетиці.  <b>Література:</b> [1], [2], [3].</p>

**Лекція 18.** Тема 5.2. Виробництво водню. Технології виробництва водню. Методи зберігання та транспортування водню.  
**Література:** [1], [2], [3].

### Практичні заняття

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
Практичне заняття 1	Розрахунок сонячної енергії, яка надходить на земну поверхню
Практичне заняття 2	Розрахунок сонячних нагрівних установок
Практичне заняття 3	Розрахунок теплового балансу будинку із сонячним опаленням
Практичне заняття 4	Розрахунок гідротурбін для малих ГЕС.
Практичне заняття 5	Розрахунок параметрів припливних хвиль.
Практичне заняття 6	Розрахунок коліс та ВЕУ.
Практичне заняття 7	Розрахунок анаеробного процесу.
Практичне заняття 8	Розрахунок біогазогенераторних установок.
Практичне заняття 9	Розрахунок геотермальних установок. Залік

### 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає 66 годин, серед них:

підготовку до аудиторних занять – 58 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;

підготовку до заліку – 6 год.

## Політика та контроль

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

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Електромехатронні системи відновлювальних джерел електроенергії» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; методичні рекомендації до виконання практичних робіт; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Під час проходження курсу «Електромехатронні системи відновлювальних джерел електроенергії» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Електромехатронні системи відновлювальних джерел електроенергії» на платформі «Сікорський».

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або Web of Science) або 6 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів.

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

**Поточний контроль:** завдання в рамках практичного заняття (9 практичних занять × 8 балів = 72 бали), МКР (проводиться безпосередньо на практичному занятті, у присутності викладача, 28 балів). МКР виконується у вигляді тесту. Тест студент виконує безпосередньо на лекційному занятті. По закінченню заняття тест закривається і не підлягає переписуванню або виконанню дома. Тест містить чотирнадцять запитань і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 2 бал.

Завдання в рамках практичного заняття оцінюються в 8 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 8 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 7-5 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 4-3 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

**Семестровий контроль:** Залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані практичні, МКР.

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Якщо сума балів менша за 60, але виконані і зараховані практичні, МКР, студент виконує залікову роботу. У цьому разі сума балів за практичні, МКР та за залікову роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій роботі, та балів за практичні, МКР.

Екзаменаційна робота оцінюється у 63 бали. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу, та задачі.

Кожне запитання та задача оцінюються в 21 бал за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 21 – 19 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 18 – 16 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 15 – 13 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Для заочної форми навчання

**Поточний контроль:** МКР (28 балів), 1 практичної (9 балів). Структура МКР та РГР, вимоги до них та критерії оцінювання аналогічні як і для очної форми навчання і наведені вище.

**Семестровий контроль:** залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР та РГР.

Залікова робота оцінюється у 63 бали, як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.



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

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

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача (платіорма Coursera, назва курсу «Exploring Renewable Energy»). 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

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

**Складено** доц., к. т. н., доц. Босак Аллою Василівною

**Ухвалено** кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів протокол № 23 від 14.06.22 р.

**Ухвалено** методичною радою ННІЕЕ протокол №12 від 24.06.22 р