



## СИЛАБУС ДИСЦИПЛІНИ «Акумулявання теплової і електричної енергії»

Ступінь вищої освіти - Бакалавр  
Спеціальність 144 – «Теплоенергетика»  
Освітня програма «Теплоенергетика»  
Рік навчання 4, семестр 7  
Форма навчання денна  
Кількість кредитів ЄКТС 4,0  
Мова викладання українська

Лектор курсу  
Контактна інформація  
лектора (e-mail)  
Сторінка курсу в eLearn

Антипов Євген Олексійович, к.т.н., доцент  
03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12В, н. к. №11, ауд. 301, 143.  
Роб. тел.: (044) 527-87-48. E-mail: [ievgeniy\\_antypov@ukr.net](mailto:ievgeniy_antypov@ukr.net)  
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=5191>

### ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Мета вивчення дисципліни – формування у студентів уявлення про системи та види акумулявання енергії, питомі та кількісні енергетичні характеристики, переваги та недоліки використання, а також роль систем акумулявання енергії в житті людини та у функціонуванні всього суспільства.

Завдання дисципліни – полягає у формуванні у студентів вміння застосовувати отриману систему знань для визначення оптимальних варіантів використання систем акумулявання енергії для систем автономного електропостачання; практичних навичок розрахунку систем акумулявання енергії; їх поєднання із впровадженням енергозберігаючих заходів для ефективного енергопостачання об'єктів АПК і комунального сектору країни та зведення до мінімуму шкідливого впливу на навколишнє середовище.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- нормативні документи та термінологію, яка стосується основних понять дисципліни;
- основи та на яких базуються методи акумулявання енергії;
- класифікацію систем та методів акумулявання енергії;
- сучасний стан, тенденції та перспективи розвитку методів акумулявання енергії;
- кількісні та якісні характеристики кожного із відомих технічних пристроїв акумулявання енергії;
- рівні та пріоритети використання методів акумулявання енергії у світі та в Україні.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні уміти:

- на практиці проводити розрахунки систем акумулявання енергії;
- визначати та оцінювати енергетичні показники систем акумулявання енергії;
- визначати кількість енергії, отриманої при перетворенні кожного з методів акумулявання енергії в теплову та електричну енергію;
- оцінювати переваги та недоліки різних методів акумулявання енергії;
- знаходити оптимальні рішення застосування кожної системи окремо та технологічні рішення комплексного використання різних систем акумулявання енергії;
- оцінювати вплив, що виникає у процесі використання кожного із методів акумулявання енергії, на навколишнє середовище;

- користуватися науково-технічною, довідниковою літературою та володіти навиками роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням.

### Компетентності ОП:

<i>Інтегральна компетентність</i>	ІК 1	Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов
<i>Загальні компетентності</i>	ЗК 1	Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні
	ЗК 3	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
	ЗК 4	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
	ЗК 6	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
	ЗК 7	Здатність працювати в команді
	ЗК 8	Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово
	ЗК 9	Здатність приймати обґрунтовані рішення
<i>Фахові (спеціальні) компетентності</i>	ФК 1	Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі
	ФК 2	Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем
	ФК 4	Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі
	ФК 5	Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі
	ФК 6	Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі
	ФК 7	Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики
	ФК 8	Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі
	ФК 9	Здатність розробляти плани і проєкти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання
	ФК 10	Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі

	ФК 12	Здатність забезпечувати захист інтелектуальної власності, готувати, оформлювати і виконувати контракти в теплоенергетичній галузі
--	----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **Програмні результати навчання (ПРН) ОП:**

### **Знання і розуміння**

**ПРН-1.** Знання і розуміння математики, фізики, хімії, газодинаміки, тепломасообміну, технічної термодинаміки, міцності, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

**ПРН-2.** Знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки.

**ПРН-4.** Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

### **Інженерний аналіз**

**ПРН-5.** Здатність розуміти складні інженерні процеси, системи, обладнання і технології, відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати такого аналізу та досліджень.

**ПРН-7.** Здатність виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

### **Проектування**

**ПРН-8.** Здатність розробляти і проектувати складні технічні вироби у сфері теплоенергетики, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

**ПРН-9.** Здатність використовувати певне розуміння передових досягнень при проектуванні об'єктів сфери теплоенергетики.

### **Дослідження**

**ПРН-11.** Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в технічній літературі, використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань спеціальності «Теплоенергетика»

**ПРН-12.** Здатність застосовувати кодекси практики і правила техніки безпеки для спеціальності «Теплоенергетика»

**ПРН-13.** Лабораторні/технічні навички та вміння планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.

### **Інженерна практика**

**ПРН-14.** Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій у сфері теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

**ПРН-15.** Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження для побудови систем енергозабезпечення об'єктів сфери теплоенергетики та агросектору.

**ПРН-16.** Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження, а також їх обмежень відповідно спеціальності «Теплоенергетика».

**ПРН-17.** Практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно.

**ПРН-18.** Розуміння застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно спеціальності «Теплоенергетика».

**ПРН-19.** Здатність застосовувати норми інженерної практики відповідно до спеціальності «Теплоенергетика».

### **Судження**

**ПРН-21.** Здатність збирати й інтерпретувати відповідні дані і аналізувати складності в межах спеціальності «Теплоенергетика» для донесення суджень, які відбивають відповідні соціальні та етичні проблеми.

**ПРН-22.** Здатність керувати професійною діяльністю, приймати участь у роботі над проєктами відповідно до спеціальності «Теплоенергетика», беручи на себе відповідальність за прийняття рішень.

### **Комунікація та командна робота**

**ПРН-23.** Здатність ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.

**ПРН-24.** Здатність ефективно працювати в національному та міжнародному контексті, як особистість і як член команди, і ефективно співпрацювати з інженерами та не інженерами.

### **Навчання протягом життя**

**ПРН-25.** Здатність розпізнавати необхідність і самостійно навчатися протягом життя.

**ПРН-26.** Здатність відстежувати сучасні напрямки розвитку науки і техніки.

## СТРУКТУРА КУРСУ

Тема	Години (лекції/ практичні/ла бораторні/ самостійні)	Результати навчання	Завдання	Оцінюванн я
<b>Навчальна робота</b>				
<b>Модуль 1. Фізичні методи акумулювання енергії</b>				
Тема 1. Теплові акумулятори енергії	2/2	Знати нормативні документи та термінологію, яка стосується основних понять дисципліни; основи та на яких базуються методи акумулювання енергії.  Вміти визначати та оцінювати енергетичні показники систем акумулювання енергії; на практиці проводити розрахунки систем акумулювання енергії	Оформлення та здача лабораторних робіт №1-3 (в т.ч. в elearn). Семінарські заняття №1, 3, 5	20
Тема 2. Інерційні акумулятори енергії	2/2			20
Тема 3. Індуктивні акумулятори енергії	2/2			20
Тема 4. Гідроакумулювання енергії	2/2			20
Тема 5. Підземне акумулювання енергії	2/2/20		Виконання самостійної роботи №1 (в т.ч. в elearn). Здача тесту модуль 1 в elearn	20
<b>Всього за модулем 1</b>	<b>40</b>			<b>100</b>
<b>Модуль 2. Електрохімічне акумулювання енергії</b>				
Тема 6. Класифікація акумуляторів електричної енергії, їх характеристики та області застосування у сучасній енергетиці	2/2	Знати класифікацію систем та методів акумулювання енергії; кількісні та якісні характеристики кожного із відомих технічних пристроїв акумулювання енергії.  Вміти визначати кількість енергії, отриманої при перетворенні кожного з методів акумулювання енергії в теплову та електричну енергію; оцінювати переваги та недоліки різних методів акумулювання енергії	Оформлення та здача лабораторних робіт №3-5 (в т.ч. в elearn)	10
Тема 7. Електрохімічні акумулятори. Класифікація, характеристики та області застосування	2/2			10
Тема 8. Дослідження характеристик електрохімічних акумуляторів. Методика вибору для систем акумулювання енергії	2/2/10			10
Тема 9. Акумулювання енергії з використанням свинцево-кислотних акумуляторних батарей	2/2/5		Оформлення та здача лабораторних робіт №5, 6 (в т.ч. в elearn)	20
Тема 10.	2/2/10	Виконання		20

Акумуляування енергії з використанням лужних нікель-залізних та нікель-кадмієвих акумуляторних батарей			самостійної роботи №2 (в т.ч. в elearn)	
Тема 11. Акумуляування енергії з використанням срібно-цинкових акумуляторних батарей	2/2/5			20
Тема 12. Порівняння та аналіз характеристик електрохімічних акумуляторів для систем накопичення енергії	2/2		Здача тесту модуль 2 в elearn	10
<b>Всього за модулем 2</b>	<b>48</b>			<b>100</b>
<b>Модуль 3. Водневе та біологічне акумуляування енергії</b>				
Тема 13. Поняття водневого акумуляування енергії та особливості його використання в комплексі з ПДЕ	2/2	Знати сучасний стан, тенденції та перспективи розвитку методів акумуляування енергії; рівні та пріоритети використання методів акумуляування енергії у світі та в Україні.	Оформлення та здача лабораторних робіт №7, 8 (в т.ч. в elearn) Семінарське заняття	60
Тема 14. Вітро-сонячно-воднева станція акумуляування енергії. Принцип її роботи та особливості експлуатації	2/2/20	Вміти знаходити оптимальні рішення застосування кожної системи окремо та технологічні рішення комплексного використання різних систем акумуляування енергії; оцінювати вплив, що виникає у процесі використання кожного із методів акумуляування енергії, на навколишнє середовище	Семінарське заняття Виконання самостійної роботи №3 (в т.ч. в elearn)	30
Тема 15. Біологічне акумуляування енергії	2/2		Семінарське заняття	10
<b>Всього за модулем 3</b>	<b>32</b>			<b>100</b>
<b>Всього за навчальну роботу</b>				<b>70</b>
<b>Іспит</b>				<b>30</b>
<b>Всього за курс</b>	<b>120</b>			<b>100</b>

## ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

<b>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</b>	<p>За умов несвоєчасного виконання лабораторного та практичного занять студент зобов'язаний його відпрацювати під керівництвом викладача та захистити у час передбачений графіком консультацій викладача.</p> <p>Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульних тестів відбувається із дозволу викладача за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).</p> <p>Якщо після проходження підсумкової атестації (іспиту), студент не задоволений оцінюванням викладачем за письмове питання - студент має право захистити на співбесіді з викладачем та/або обґрунтувати правильність власної відповіді. При позитивній або негативній відповіді студента при співбесіді, кінцева оцінка за підсумкову атестацію (іспит) може змінитись</p>
<b>Політика щодо академічної доброчесності:</b>	<p>Чесно та сумлінно виконувати індивідуальні завдання, які повинні відповідати особистому коду студента. Порушення цього принципу, карається штрафними балами.</p> <p>Списування під час модульних тестів та підсумкової атестації (іспиту) заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)</p>
<b>Політика щодо відвідування:</b>	<p>Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із директором інституту). При цьому, студент зобов'язується самостійно вивчити матеріал пропущеного заняття, виконати завдання для самостійної роботи. За індивідуальним графіком взяти участь у контрольних заходах (поточний контроль, модульний контроль, контроль самостійної роботи, підсумковий контроль)</p>

## ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 03.03.2021 р. № 7)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{дис}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{нр}$  (до 70 балів):

$$R_{дис} = R_{нр} + R_{ат}$$

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Антипов Є.О. Комплексне використання поновлювальних джерел та акумуляторів енергії. Методичні вказівки для виконання практичних робіт / Є.О. Антипов. – Київ: РВВ НУБіП України, 2019. – 75 с.
2. Методичні вказівки до лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Енергозбереження та поновлювані джерела енергії» / С.С. Тарасенко, Є.О. Антипов, В.І. Мельник. – Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2019. – 49 с.
3. Методичні вказівки до лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Енергоощадність та альтернативні джерела енергії» / Є.О. Антипов, О.В. Шеліманова. – Київ: РВВ НУБіП України, 2018. – 84 с.
4. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20 лютого 2003 р. № 555-IV // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 24. – Ст. 155.
5. Закон України «Про альтернативні види палива» від 14 січня 2000 р. № 1391-XIV // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 12. – Ст. 94.
6. Закон України «Про енергозбереження» від 01.07.1994 № 74/94-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 30. – Ст. 283
7. Антипов Є.О. Комплексне використання поновлюваних джерел і акумуляторів енергії. – К.: «ЦП «Компринт», 2017. – 471 с.
8. Горобець В.Г. Антипов Є.О. Акумулятори теплоти на основі фазоперехідних акумулюючих матеріалів – К.: «ЦП «Компринт», 2016. – 165 с.
9. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей : навчальний посібник / М. Б. Шелест, П. І. Гайда. – Суми : Сумський державний університет, 2014. – 210 с.
10. Антропов Л. І. Теоретична електрохімія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Л. І. Антропов; переклад з рос. В. П. Ріжко; МОН України. – Київ : Либідь, 1993. – 544 с.
11. Технічна електрохімія 2: Хімічні джерела струму [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів» / М. В. Бик, С. В. Фроленкова, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 321 с.
12. Кудря С.О. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії / С.О. Кудря, В.М. Головка. – Київ, 2009. – 201 с.
13. Соловей О.І. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії: навч. посіб. / О.І. Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен [та ін.]; за заг. ред. О.І. Солов'я. – Черкаси: ЧДТУ, 2007. – 484 с.
14. Кошель М. Д. Теоретичні основи електрохімічної енергетики: підруч. / М. Д. Кошель МОН України. – Дніпропетровськ : УДХТУ, 2002. – 430 с.
15. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумуляирование энергии: Перевод с англ. В. Я. Сидорова, Е. В. Сидорова. Под ред. В. М. Бродянского / Г. Бекман, П. Гилли – М.: Мир, 1987. – 272 с.

### Інформаційні ресурси

<https://elearn.nubip.edu.ua>

<https://yasno.com.ua/tekhnohii-storage-systems>