

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ННІ
енергетики, автоматики і енергозбереження
професор Віктор КАПЛУН
_____ 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри
електропостачання ім. проф. В.М. Синькова
Протокол № 12 від "14" червня 2023 р.
В.о. завідувача кафедри
доцент Олександр ГАЙ

РОЗГЛЯНУТО
Гарант ОП ОС Бакалавр,
електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка
доцент Світлана МАКАРЕВИЧ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“СИСТЕМИ АКУМУЛЮВАННЯ ТА РОЗПОДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ”
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

_____ (шифр і назва напряму підготовки)

освітня програма Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами

_____ (шифр і назва спеціальності)

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

_____ (назва ННІ)

Розробник: к.т.н., доцент А.В. Петренко

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

“СИСТЕМИ АКУМУЛЮВАННЯ ТА РОЗПОДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ”

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>	
Освітня програма	<i>Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>Вибіркова</i>	
Загальна кількість годин	<i>180</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>6</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Форма контролю	<i>Екзамен - 6</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	<i>3</i>	
Семестр	<i>6</i>	
Лекційні заняття	<i>30 год.</i>	
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	<i>30 год.</i>	
Самостійна робота	<i>120 год.</i>	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>4 год.</i>	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Розглядаються системи акумулювання електроенергії, перспективи їх розвитку у галузі електроенергетики, особливості роботи схем і систем керування. Вивчаються варіанти застосування в розподільних електричних мережах систем зберігання електроенергії (Energy Saver System), принцип їх функціонування, а також методики розрахунку основних параметрів. Вивчається нормативно-правова документація, обладнання, механізми роботи обліку та використання електроенергії, що отримується від відновлюваних джерел енергії за системами Net Metering або Net Billing.

Завданням вивчення дисципліни є підготовка студентів до самостійної інженерної діяльності з питань:

- вибору електрообладнання системи акумулювання електроенергії та розподілення електроенергії;
- налаштування та експлуатації системи акумулювання електроенергії та розподілення електроенергії;
- аналізу ефективності роботи системи акумулювання електроенергії та розподілення електроенергії.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності:

СК1. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

СК10. Здатність до усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в інженерії розподільних електричних мереж.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПРН17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПРН19. Застосовувати емпіричні і теоретичні методи та заходи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПРН23. Знати принципи розрахунку та способів підвищення показників надійності функціонування обладнання розподільних електричних мереж та систем з відновлюваними джерелами.

ПРН33. Уміти приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку розподільних електричних мереж та систем з відновлюваними джерелами.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну навчання денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовний модуль 1														
Тема 1. Перспективи розвитку систем акумуляції електроенергії (ESS) у галузі електроенергетики		12	2				10							
Тема 2. Промислові накопичувачі електроенергії		20	4		6		10							
Тема 3. Гідроакмулюючі електростанції		18	4		4		10							
Тема 4. Паливні комірки		12	2				10							
Тема 5. Механічні накопичувачі енергії		16	2		4		10							
Тема 6. Пневматичні акумулятори		14	2		2		10							
Разом за змістовним модулем 1		92	16		16		60							
Змістовний модуль 2														
Тема 7. Надпровідникові накопичувачі		12	2				10							
Тема 8. Конденсатори		14	2		2		10							
Тема 9. Теплові накопичувачі енергії		12	2				10							
Тема 10. Гібридні системи накопичення енергії		18	4		4		10							
Тема 11. Методи використання системи Net Metering		16	2		4		10							
Тема 12. Методи використання системи Net Billing		16	2		4		10							
Разом за змістовним модулем 2		88	14		14		60							
Усього годин		180	30		30		120							

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з різними типами накопичувачів енергії	5
2	Дослідження схем із хімічними акумуляторами енергії	5
3	Дослідження схем із конденсаторними акумуляторами енергії	5
4	Дослідження гібридних систем накопичення енергії	5
5	Дослідження теплових накопичувачів енергії	5
6	Ознайомлення із механічними накопичувачами енергії	5
Всього		30

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Системи акумулявання електроенергії (ESS)	10
2	Промислові накопичувачі електроенергії	10
3	Гідроакумуляуючі електростанції	10
4	Паливні комірки	10
5	Механічні накопичувачі енергії	10
6	Пневматичні акумулятори	10
7	Надпровідникові накопичувачі	10
8	Теплові накопичувачі енергії	10
9	Гібридні системи накопичення енергії	10
10	Методи використання системи Net Metering і Net Billing	10
Разом		100

6. Приклад контрольних питань для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Приклад екзаменаційного білету

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС «Магістр» спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»	Кафедра електропостачання ім. проф. В.М.Синькова 20__-20__ навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №1 з дисципліни "Системи акумулявання та розподілення електроенергії"	ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедри _____ (підпис) "___" _____ 20__ р.
<i>Екзаменаційні запитання (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)</i>			
1. Опишіть переваги і недоліки використання систем Net Metering і Net Billing?			
2. Поясніть які хімічні способи акумулявання електроенергії існують? Які технології вважаються перспективними і чому?			
<i>Тестові завдання різних типів (максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)</i>			
Тестування з використанням ресурсу електронного навчального курсу			

7. Методи навчання.

При викладанні навчальної дисципліни використовуються такі методи навчання:

- М1. Лекція (інтерактивна, проблемна)
- М2. Лабораторна робота
- М3. Проблемне навчання
- М4. Проєктне навчання (індивідуальне, малі групи, групове)
- М5. Онлайн навчання

8. Форми контролю.

При викладанні навчальної дисципліни використовуються такі методи контролю:

- МК1. Тестування
- МК2. Контрольне завдання
- МК3. Розрахункова робота
- МК4. Методи усного контролю (індивідуальне, фронтальне, групове)
- МК5. Екзамен

9. Розподіл балів, які отримують студенти.

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 введення в дію від 26.04.2023 р. протокол № 10)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	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 $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Electricity storage technology review. U.S. Department of energy office of Fossil Energy. 2020. 61 p.
2. Energy Storage – Technologies and Applications. Ahmed Faheem Zobaа. 2013 InTech. <http://dx.doi.org/10.5772/2550>. 327 p.
3. A Comprehensive Review on Energy Storage Systems: Types, Comparison, Current Scenario, Applications, Barriers, and Potential Solutions,

Policies, and Future Prospects. Eklas Hossain, Hossain Mansur Resalat Faruque, Md. Samiul Haque Sunny, Naeem Mohammad and Nafiu Nawar. Energies MDPI. Published: 15 July 2020. 127 p.

4. Electrical Energy Storage: an introduction. Centrica. IET Standards Technical Briefing. The Institution of Engineering and Technology 2016. 28 p.

5. Technology Overview on Electricity Storage. Overview on the potential and on the deployment perspectives of electricity storage technologies. M. Sc. Georg Fuchs, Dipl.-Ing. Benedikt Lunz, Dr. Matthias Leuthold, Prof. Dr. rer. nat. Dirk Uwe Sauer. Smart Energy for Europe Platform GmbH (SEFEP). 2012. 66 p.

6. Handbook on battery energy storage system. Asian development bank. 2018. 94 p.

7. Solving Challenges in Energy Storage. Spotlight. Office of technology transitions. Energy.gov/technologytransitions. 2018. 51 p.

8. Guidelines to implement battery energy storage systems under public-private partnership structures. The World Bank Group. PPIAF Enabling infrastructure investment. 2023. 112 p.

9. Energy storage systems - Characteristics and comparisons. H. Ibrahim, A. Ilinca, J. Perron. Renewable and sustainable energy reviews. ScienceDirect. Elsevier Ltd. Renewable and Sustainable Energy Reviews 12 (2008) 1221 – 1250. 30 p.

10. ДТЕК запустив першу в Україні промислову систему накопичення енергії. <https://dtek.com/media-center/news/dtek-zapustil-pervuyu-v-ukraine-promyshlennuyu-sistemu-nakopleniya-energii/>