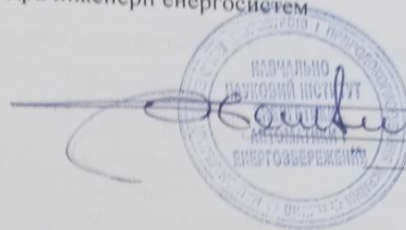


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
Кафедра інженерії енергосистем



“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор ННІ ЕАЕ
Виктор КАПЛІУН
2024 р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні
кафедри інженерії енергосистем
Протокол № 5 від “21” 05 2024 р.
Завідувач кафедри
Євгеній АНТИПОВ

“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 напрямку 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 – 2024

“СИСТЕМИ АКУМУЛЮВАННЯ ТА РОЗПОДІЛЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ”

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	
Освітня програма	Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Екзамен - 5	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	3	
Семестр	5	
Лекційні заняття	30 год.	
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	60 год.	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати 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 спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК): ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

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

СК9. Здатність до усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

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

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН4. Знати принципи роботи сонячних енергетичних, вітроенергетичних, біоенергетичних, гідроенергетичних установок.

ПРН8. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПРН10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПРН16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПРН20. Уміти приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку регіональних розподільних електричних мереж та систем з відновлюваними джерелами.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми здобуття вищої освіти;

Структура навчальної дисципліни

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 акумуляування електроенергії (ESS) у галузі електроенергетики		2	2											
Тема 2. Промислові накопичувачі електроенергії		16	4		6		6							
Тема 3. Гідроакumuлюючі електростанції		14	4		4		6							
Тема 4. Паливні комірки		8	2				6							
Тема 5. Механічні накопичувачі енергії		12	2		4		6							
Тема 6. Пневматичні акумулятори		10	2		2		6							
Разом за змістовним модулем 1	62		16		16		30							
Змістовний модуль 2														
Тема 7. Надпровідникові накопичувачі		8	2				6							
Тема 8. Конденсатори		10	2		2		6							
Тема 9. Теплові накопичувачі енергії		8	2				6							
Тема 10. Гібридні системи накопичення енергії		14	4		4		6							
Тема 11. Методи використання системи Net Metering		9	2		4		3							
Тема 12. Методи використання системи Net Billing		9	2		4		3							
Разом за змістовним модулем 2	58		14		14		30							
Разом годин	120		30		30		60							

3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	VR-ознайомлення з різними типами накопичувачів енергії	5
2	Дослідження властивостей хімічних акумуляторів енергії	5
3	Дослідження схем із хімічними акумуляторами енергії	5
4	Дослідження схем із конденсаторними акумуляторами енергії	5
5	Дослідження режимів роботи акумуляторних батарей у складі електростанцій з відновлюваними джерелами енергії	5
6	Дослідження ефективності роботи системи акумуляування електроенергії для автономної сонячної електростанції	5
Разом		30

4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Системи акумуляування електроенергії (ESS)	6
2	Промислові накопичувачі електроенергії	6
3	Гідроакумуляуючі електростанції	6
4	Паливні комірки	6
5	Механічні накопичувачі енергії	6
6	Пневматичні акумулятори	6
7	Надпровідникові накопичувачі	6
8	Теплові накопичувачі енергії	6
9	Гібридні системи накопичення енергії	6
10	Методи використання системи Net Metering i Net Billing	6
Разом		60

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести.

6. Методи навчання

I група методів - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Словесні</i>	<i>Наочні</i>	<i>Лабораторні</i>
• лекція • розповідь-пояснення • бесіда	• ілюстрація • демонстрація	• лабораторні роботи
<i>Індуктивні методи</i>		<i>Дедуктивні методи</i>

узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів та моделювання на основі розрахункових даних	аналіз навчального матеріалу, результатів лабораторних робіт з метою виявлення нових даних, висновків
<i>Репродуктивні методи</i>	<i>Творчі, проблемно-пошукові методи</i>
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами	самостійна робота студентів, творча пізнавальна діяльність

II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

<i>методи стимулювання інтересу до навчання</i>	<i>методи стимулювання обов'язку й відповідальності</i>
• створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу • навчальні дискусії • аналіз практичних ситуацій	• роз'яснення мети навчального предмета • вимоги до вивчення предмета (дисциплінарні, організаційно-педагогічні) • заохочення та покарання в навчанні

III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності.

7. Методи оцінювання

Видами контролю знань студентів є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять для перевірки рівня підготовленості до заняття.

Контроль знань із змістового модуля 1 здійснюється за результатами роботи на лабораторних заняттях та результатами тестового контролю. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання та захисту лабораторних робіт і тестового контролю.

Підсумковий контроль знань (атестація) здійснюється на екзамені.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

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

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

9. 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 Zobaa. 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-y-ukraine-promyshlennuyu-sistemu-nakopleniya-energii/>