НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра Інженерії енергосистем

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”
директор ННІ ЕАіЕ
_____ Віктор КАПЛУН
“____”_____20__ р.

“**СХВАЛЕНО**”
на засіданні кафедри інженерії енергосистем
протокол № 7 від “27” травня 2025 р.
Завідувач кафедри_____Євген АНТИПОВ

”**РОЗГЛЯНУТО** ”
Гарант ОП Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами

__Світлана МАКАРЕВИЧ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Диспетчеризація в регіональних електричних мережах

Галузь знань 14 Електрична інженерія
Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматики і енергозбереження
Розробники: доцент кафедри інженерії енергосистем, к.т.н., доцент Павленко В.М.

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни Диспетчеризація в регіональних електричних мережах

Дисципліна «Диспетчеризація в регіональних електричних мережах» спрямована на формування у студентів знань і практичних навичок організації та забезпечення диспетчерського управління в енергосистемах регіонального рівня. Вивчаються структура і функції диспетчерських центрів, принципи оперативного планування та управління режимами електричних мереж, використання сучасних SCADA та автоматизованих систем диспетчерського контролю. Значна увага приділяється інтеграції відновлюваних джерел енергії, управлінню потоками потужності, прогнозуванню навантаження та забезпеченню надійності й безпеки електропостачання. Дисципліна забезпечує підготовку майбутніх інженерів-енергетиків до прийняття оперативних рішень у складних виробничих ситуаціях та роботи в умовах цифровізації енергетики...

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	вибіркова	
Загальна кількість годин	240	
Кількість кредитів ECTS	8	
Кількість змістових модулів	1	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	відсутня	
Форма контролю	*екзамен*	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	**заочна**
Курс (рік підготовки)	4	
Семестр	8	
Лекційні заняття	*28 год.*	*год.*
Практичні, семінарські заняття	*год.*	*год.*
Лабораторні заняття	*28 год.*	*год.*
Самостійна робота	*184 год.*	*год.*
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	*4 год.*	

1. **Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни**

Мета **навчальної дисципліни «Диспетчеризація в регіональних електричних мережах»** полягає у формуванні у здобувачів вищої освіти системних знань і практичних умінь щодо принципів, методів та інструментів диспетчерського управління в регіональних електричних мережах, засвоєння сучасних підходів до моніторингу, координації та оперативного керування режимами роботи енергосистем. Дисципліна спрямована на забезпечення здатності приймати ефективні управлінські рішення в умовах змінних режимів роботи електричних мереж, враховуючи вимоги надійності, енергоефективності, безпеки та інтеграції відновлюваних джерел енергії.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв’язувати професійно-практичні задачі під час провадження професійної діяльності в сфері електричних мереж та

електроенергетичних систем або у процесі навчання, що характеризується невизначеністю умов і вимог.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК3. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

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

СК11. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

2. Програма та 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.			п	лаб	інд	с.р.
Тема 1. Вступ до диспетчеризації. Основні задачі та функції диспетчерських центрів.	1-2	24	4		4		20						
Тема 2. Організаційна структура диспетчерського управління в регіональних електричних мережах	3-4	34	4		4		26						
Тема 3. Технології та технічні засоби диспетчеризації	5-6	36	4		4		28						
Тема 4. Оперативно-диспетчерські режими та балансування електроенергії.	7-8	34	4		4		26						
Тема 5. Управління аварійними ситуаціями та відновлення електропостачання	9-10	44	4		4		36						
Тема 6. Інтеграція відновлюваних джерел енергії у диспетчеризацію	11-12	32	4		4		24						
Тема 7. Перспективи розвитку диспетчеризації в умовах Smart Grid та цифровізації	13-14	32	4		4		24						
Усього годин	240												

3. **Теми лекцій**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	**Тема 1.** Вступ до диспетчеризації. Основні задачі та функції диспетчерських центрів – Лекція 1.1. Роль диспетчеризації у функціонуванні електроенергетичних систем Анотація: Розглядається поняття диспетчеризації, її значення для надійності та безпеки енергопостачання, взаємозв'язок з іншими елементами енергосистеми. – Лекція 1.2. Структура та основні функції диспетчерських центрів Анотація: Аналізується організаційна побудова диспетчерських центрів, їхні функції (оперативне управління, балансування, аварійне відновлення).	4
2.	**Тема 2.** Організаційна структура диспетчерського управління в регіональних електричних мережах – Лекція 2.1. Ієрархія управління енергосистемою: національний, регіональний, локальний рівні Анотація: Описуються рівні диспетчеризації та їх взаємодія, роль регіональних диспетчерських центрів у загальній системі. – Лекція 2.2. Взаємодія диспетчерських служб з операторами систем розподілу та передачі Анотація: Вивчається координація роботи між операторами ринку, ОСР і ОСП, а також регламент комунікацій.	4
3.	**Тема 3.** Технології та технічні засоби диспетчеризації – Лекція 3.1. SCADA та системи автоматизованого управління енергетичними об'єктами Анотація: Розглядаються принципи побудови SCADA, структура та можливості моніторингу і керування в реальному часі. – Лекція 3.2. Системи телеметрії та телемеханіки в регіональних електромережах Анотація: Аналізуються технічні засоби збору даних, канали зв'язку, протоколи передачі інформації.	4
4.	**Тема 4.** Оперативно-диспетчерські режими та балансування електроенергії – Лекція 4.1. Планування та контроль режимів електроспоживання Анотація: Вивчаються методи прогнозування навантажень, оперативне планування добових і годинних графіків. – Лекція 4.2. Балансування виробництва та споживання електроенергії Анотація: Розглядаються механізми забезпечення балансу в умовах інтеграції ВДЕ та зміни структури навантажень.	4
5.	**Тема 5.** Управління аварійними ситуаціями та відновлення електропостачання – Лекція 5.1. Алгоритми дій диспетчера під час аварій Анотація: Досліджуються процедури виявлення та ліквідації аварій, алгоритми швидкого прийняття рішень. – Лекція 5.2. Відновлення роботи мережі після аварійних відключень Анотація: Аналізуються стратегії відновлення нормального режиму роботи та забезпечення пріоритетних споживачів.	4
6.	**Тема 6.** Інтеграція відновлюваних джерел енергії у диспетчеризацію	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	– Лекція 6.1. Виклики диспетчеризації при інтеграції ВДЕ Анотація: Розглядаються проблеми прогнозування генерації сонячних та вітрових станцій, вплив на режими мережі. – Лекція 6.2. Технології гнучкого управління з ВДЕ та системами накопичення Анотація: Досліджуються засоби підвищення гнучкості мережі: акумулятори, кероване навантаження, Smart Grid рішення.	
7.	**Тема 7.** Перспективи розвитку диспетчеризації в умовах Smart Grid та цифровізації – Лекція 7.1. Цифрові технології та штучний інтелект у диспетчеризації Анотація: Аналізуються сучасні тенденції: Big Data, AI, предиктивна аналітика у диспетчерських центрах. – Лекція 7.2. Перспективи та виклики диспетчеризації в Україні Анотація: Розглядаються напрями розвитку диспетчерського управління в контексті європейської інтеграції та енергетичної безпеки.	4

4. Теми лабораторних (практичних, семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	**Лабораторна робота 1.** Ознайомлення з принципами диспетчерського управління. Структура диспетчерських центрів та їх роль у функціонуванні регіональних електричних мереж. *Практика:* робота з навчальними симуляторами SCADA (наприклад, DIGSI, PowerFactory або демоверсії OpenSCADA), моделювання основних команд диспетчера.	4
2.	**Лабораторна робота 2.** Системи телеметрії та зв'язку. Збір та передача інформації з енергооб'єктів. *Практика:* моделювання каналів зв'язку, підключення віртуальних датчиків у SCADA, аналіз переданої інформації.	4
3.	**Лабораторна робота 3.** Моделювання оперативного управління режимами електричних мереж. *Практика:* зміна навантаження на вузлах мережі, відпрацювання диспетчерських команд у PowerFactory або еквівалентному ПЗ.	4
4.	**Лабораторна робота 4.** Контроль аварійних режимів і алгоритми дій диспетчера. *Практика:* відпрацювання дій при аварії (коротке замикання, перевантаження, відмова лінії), аналіз алгоритмів АЧР/АВР.	4
5.	**Лабораторна робота 5.** Оптимізація режимів роботи мережі. *Практика:* розподіл навантаження між джерелами, зниження втрат електроенергії, моделювання балансів генерації та споживання.	4
6.	**Лабораторна робота 6.** Використання сучасних SCADA-систем у диспетчеризації. *Практика:* робота з функціоналом віртуальної SCADA (архівування даних, тренди, оповіщення, звітність).	4
7.	**Лабораторна робота 7.** Прогнозування та планування роботи регіональних мереж. *Практика:* складання добових графіків навантаження, прогнозування аварійних ситуацій, використання алгоритмів прогнозування в SCADA/PowerFactory.	4

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

1.	**Нормативно-правове забезпечення диспетчеризації** Опрацювання Закону України «Про ринок електричної енергії», Кодексу системи передачі та розподілу, інструкцій з диспетчерського управління. Підготовка огляду нормативних вимог.	24
2.	**Архітектура та функції сучасних SCADA/DMS систем** Вивчення програмно-апаратних рішень для диспетчерського управління, огляд ринку ПЗ (DIgSILENT, ETAP, Siemens Spectrum). Виконання огляду їхніх функцій та можливостей.	26
3.	**Принципи оперативного управління навантаженням та генерацією** Самостійне опрацювання методів балансування, обмеження пікових навантажень, алгоритмів load-shedding та використання резервів. Розробка схем алгоритмів.	28
4.	**Прогнозування режимів роботи регіональних електричних мереж** Вивчення методів добового та тижневого прогнозування навантаження. Самостійне моделювання прогнозів на основі статистичних даних.	24
5.	**Диспетчерські алгоритми ліквідації аварійних режимів** Аналіз алгоритмів автоматичного та ручного відключення, роботи релейного захисту. Опрацювання прикладів аварійних ситуацій у реальних енергосистемах.	28
6.	**Оптимізація графіків генерації з урахуванням відновлюваних джерел енергії** Вивчення моделей диспетчеризації при високій частці ВДЕ. Оцінка ролі акумулюючих систем. Виконання практичного завдання з оптимізації балансу.	26
7.	**Сучасні тренди та виклики диспетчеризації в Smart Grid** Огляд інтелектуальних мереж, IoT-рішень, цифрових підстанцій. Аналіз викликів кібербезпеки та нових вимог до диспетчерських центрів.	28

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

Для оцінювання рівня досягнення програмних результатів навчання та формування компетентностей здобувачів вищої освіти з дисципліни " Диспетчеризація в регіональних електричних мережах" використовуються наступні методи та засоби діагностики:

- **Усне або письмове опитування:** Застосовується для перевірки засвоєння теоретичного матеріалу лекцій, основних понять та визначень, розуміння принципів функціонування диспетчерської служби енергетичних систем.
- **Співбесіда:** Використовується для більш глибокої перевірки розуміння комплексних питань, вміння аналізувати проблеми, обґрунтовувати свою думку та відповідати на додаткові питання.
- **Тестування:** Застосовується для оперативного контролю знань з окремих тем або змістових модулів, оцінки рівня засвоєння термінології та фактів, а також для перевірки здатності застосовувати базові знання.
- **Захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проєктів:** Є ключовим методом оцінювання практичних навичок, включаючи:
  - Вміння проводити розрахунки та моделювання.
  - Здатність аналізувати отримані дані та робити висновки.

- Навички роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням.
- Уміння проєктувати та обґрунтовувати інженерні рішення.
- Здатність презентувати результати своєї роботи та відповідати на запитання.

- **Пірінгове оцінювання, самооцінювання:** Запроваджується для розвитку у студентів навичок критичного аналізу власної роботи та робіт одногрупників, об'єктивного оцінювання, саморефлексії та підвищення відповідальності за результати навчання.

7. Методи навчання *(вибрати необхідне чи доповнити):*

- **Лекції** – традиційний метод для передачі теоретичних основ організації диспетчерського управління, структури регіональних електричних мереж, функцій диспетчерських центрів та нормативно-правової бази.
- **Лабораторні роботи** – відпрацювання практичних навичок роботи з SCADA-системами, симуляторами диспетчерського управління, засобами моніторингу та прогнозування навантаження.
- **Метод практико-орієнтованого навчання** – аналіз типових та нестандартних ситуацій у режимах роботи електричних мереж (аварійні відключення, перевантаження, несанкціоновані підключення), відпрацювання алгоритмів дій диспетчера.
- **Кейс-метод** – розгляд реальних прикладів диспетчеризації в обленерго та регіональних операторах систем розподілу, аналіз рішень та пошук альтернативних стратегій.
- **Метод проєктного навчання** – виконання студентами проєктів з моделювання локальних енергетичних систем (MicroGrid) із включенням їх у диспетчерську систему регіональних мереж.
- **Метод навчання через дослідження** – самостійний пошук і аналіз інноваційних підходів до диспетчеризації, використання штучного інтелекту, цифрових підстанцій та Smart Grid-технологій.
- **Метод навчальних дискусій та дебатів** – обговорення проблемних питань диспетчеризації (наприклад, централізоване vs децентралізоване управління, роль оператора системи розподілу в умовах розвитку ВДЕ).
- **Метод командної роботи, мозкового штурму** – колективне моделювання аварійних ситуацій і розробка алгоритмів оперативного реагування диспетчерів.
- **Використання мультимедійних презентацій, відеоматеріалів, онлайн-ресурсів** – для візуалізації процесів диспетчеризації, демонстрації роботи центрів управління електричними мережами та міжнародного досвіду.
- **Самостійна робота студентів** – опрацювання наукових статей, стандартів (IEC, ENTSO-E, NERC), підготовка індивідуальних завдань з аналізу роботи конкретної регіональної енергосистеми, написання рефератів і звітів

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Участь у дискусіях на лекціях (за наявності оцінювання)	**ПРН13**	**14**
Виконання та захист лабораторних робіт (7 робіт × 5 бали)	**ПРН 13**	**35**
Самостійна робота (аналіз кейсів, підготовка, реферати, міні-завдання)	**ПРН 13**	**21**
Навчальна робота	**Сума балів за всіма модулями**	**70**
Екзамен/залік	**30**	
Всього за курс	**(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100**	**100**

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	• *Студенти зобов'язані дотримуватися встановлених термінів здачі практичних, лабораторних робіт та самостійних завдань. Роботи, подані після визначеного дедлайну без поважних причин (наприклад, документально підтвердженої хвороби, участі у заходах покращуючих імідж НУБіП), оцінюються на нижчу оцінку (до мінус 25% від максимального балу за кожний вид робіт, якщо інше не обумовлено викладачем).* • *Перескладання незарахованих лабораторних/практичних занять можливе у встановлені викладачем терміни лише за наявності поважних причин, що підтверджені документально (наприклад, лікарняний лист, посилання на участь в громадських заходах). Порядок та умови перескладання визначаються згідно з Положенням про екзамени та заліки у НУБіП України.*
Політика щодо академічної доброчесності	– *Будь-які прояви академічної недоброчесності (списування, плагіат, використання несанкціонованих джерел інформації під час контрольних заходів, фальсифікація даних у звітах з лабораторних робіт тощо) суворо заборонені.* – *Роботи (звіти практичних, лабораторних, з СРС), що містять некоректні текстові запозичення без належного цитування або мають ознаки повного плагіату, не зараховуються і підлягають повторного виконання. У випадку повторного виявлення плагіату студент може бути відсторонений від подальшого проходження курсу з відповідними наслідками.*

	– *Використання мобільних девайсів та інших електронних пристроїв під час контрольних робіт та екзаменів дозволяється за умови їх використання для доступу до офіційних навчальних матеріалів, якщо це передбачено умовами контролю.*
Політика щодо відвідування	– *Відвідування лекційних, практичних та лабораторних занять є обов'язковим для засвоєння матеріалу та активної участі в навчальному процесі, що є важливою складовою формування компетентностей інженера-енергетика.* – *У випадку пропуску занять з об'єктивних причин (наприклад, хвороба, підтверджена лікарняним; участь у наукових, спортивних або інших заходах, пов'язаних з навчанням та/або офіційною діяльністю університету), студент має повідомити викладача та директорат. За погодженням з викладачем та директором ННІ навчання може відбуватись індивідуально, в тому числі з використанням дистанційних технологій, з підтвердженням засвоєння пропущеного матеріалу.*

1. **Навчально-методичне забезпечення:**
   - електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - _____

9. Рекомендовані джерела інформації

Основна література:

1. Касаткіна І.В., Бойко С.М., Жуков О.А. Інтелектуальні системи електропостачання: навчальний посібник. Варшава: Криворізький національний університет, 2023. 151 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Kasatkina_2023_151.pdf
2. Регулювання виробництва електричної енергії: Зелена книга / Офіс ефективного регулювання (BRDO). Київ, 2024. 210 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://brdo.com.ua/wp-content/uploads/2024/06/6-ZK-Regulyuvannya-rynku-vyrobnytstva-elektrychnoi-energii-.pdf
3. Кодекс системи передачі. Затверджено Міністерством енергетики та вугільної промисловості України. 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/go/v0309874-18
4. Бунько Н.В. Автоматизована система диспетчерсько-технологічного управління об'єктами електроенергетики // Матеріали конференції. Державний біотехнологічний університет, 2024. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2024/05/conf-02-04-24-tezy.pdf
5. Інвестиційна програма з розподілу електричної енергії ДП «Регіональні електричні мережі» на 2025 рік. Затверджено НКРЕКП, 2025. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/go/v0149874-25
6. Сінчук О.М., Бойко С.М., Сінчук І.О., Ялова О.М. Спеціальні розділи енергетики. Нетрадиційна та відновлювальна енергетика: підручник. Кременчук, 2017. 218 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://aespt.knu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/09/Спеціальні-розділи-

енергетики.-Нетрадиційна-та-відновлювальна-енергетика.-Підручник-О.М.-Сінчук-С.М.-Бойко-І.О.-Сінчук-О.М.-Ялова-2017.pdf
7. Півняк Г., Шкрабець Ф., Нойбергер Н., Ципленков Д. Основи вітроенергетики: підручник. Дніпро: Національний гірничий університет, 2015. 335 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://vde.nmu.org.ua/ua/lib/OB-2015-02-11.pdf
8. Обруч Г.В. Теоретико-методологічні аспекти забезпечення збалансованого розвитку підприємств залізничного транспорту в умовах цифровізації: дисертація. Український державний університет залізничного транспорту, 2022. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/disertacija_obruch.pdf