

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електричних станцій та систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи та організації освітнього
процесу

Олександр ПЕТРОВ

"22" 06 2023 року








РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БАЛАНСУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
галузь знань	14 Електрична інженерія
спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітня програма	Електричні станції

СУЯ ВНТУ-08-21-РП.017.01:23

Робоча програма навчальної дисципліни
«БАЛАНСУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ»
рівень вищої освіти – другий (магістерський)
галузь знань – 14 Електрична інженерія
спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітня програма Електричні станції
 2023. – 15 с.

	Посада Протокол засідання	ПІБ	Підпис
Розроблено	Професор кафедри ЕСС	д.т.н., доцент Володимир КУЛИК	
Схвалено	Гарант освітньої програми	к.т.н., професор Олександр РУБАНЕНКО	
	Зав. кафедри ЕСС засідання кафедри ЕСС (протокол № 15 від 23.05.2023 р.)	д.т.н., професор Вячеслав КОМАР	
	Голова Методичної комісії ФЕЕЕМ Методична комісія ФЕЕЕМ (протокол № 10 від 12.06.2023 р.)	к.т.н., доцент Михайло РОЗВОДІУК	
Затверджено	Голова методичної ради Методична рада ВНТУ (протокол № 11 від 22.06.2023 р.)	к.т.н., доцент Олександр ПЕТРОВ	

© В. В. Кулик, 2023
 © ВНТУ, 2023

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітні програми, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Обов'язкова професійна	
Модулів – 2	Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітня програма: Електричні станції	Рік підготовки (курс):	
Змістових модулів – 2		1	2
Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові, дипломні проекти (роботи) та ін. рішенням кафедри)		Семестр	
Загальна кількість годин - 180		2-й	3-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи студента – 6,5		Лекції	
	36 год.	10 год.	
	Практичні, семінарські		
	27 год.	5 год.	
	Лабораторні		
	-	-	
	Курсовий проект		
	-	-	
Самостійна робота			
117 год.	165 год.		
Вид контролю: іспит			
	Рівень вищої освіти: другий (магістерський)		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 35% / 65%,

для заочної форми навчання – 8% / 92%.

Мова навчання – українська.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни базується на результатах вивчення процесів передачі та розподілення електроенергії у електричних мережах, задач аналізу станів та режимів таких мереж, а також етапів їх проектування та експлуатації. Тому для успішного вивчення дисципліни необхідно мати компетентності, які забезпечуються вивченням теоретичних основ електротехніки, теорії електричних машин, основ проектування та експлуатації електричних систем і мереж, методів розв'язання математичних задач електроенергетики. Ця дисципліна безпосередньо пов'язана і доповнює такі обов'язкові компоненти, як «Сучасні проблеми електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (ЕЕЕ)», «Сучасні інформаційні технології в ЕЕЕ», «Автоматизовані системи керування електричних станцій».

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни полягає у формуванні знань і отримання навичок щодо оцінювання та прогнозування балансів електроенергії в електроенергетичній системі України, дослідження балансової надійності енергосистеми та особливостей її забезпечення традиційними електричними станціями та інноваційними технічними рішеннями, планування заходів з підвищення балансової надійності. Розвиток на основі отриманих знань творчого мислення, вміння аналізувати знання та успішно застосовувати вміння у керівній та інженерній діяльності дозволить сформувати професіонала, який успішно забезпечує процес експлуатації різно-типних джерел енергії у енергосистемі.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

Інтегральної: 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.

Загальних:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК04. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК06. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК08. Здатність виявляти та оцінювати ризики.

Спеціальних (фахових):

СК03. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики та електротехніки.

СК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки – під час проектування та експлуатації електричного обладнання електричних станцій.

СК06. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці та під час виробництва електричної енергії.

СК11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електричних станцій.

СК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила й стандарти в електроенергетиці.

СК14. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електричної частини електричних станцій.

Програмні результати вивчення дисципліни

РН02. Відтворювати процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.

РН04. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу обладнання електричних станцій.

РН14. Дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України.

РН17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та в області виробництва електричної енергії.

РН19. Виявляти проблеми і ідентифікувати обмеження, що пов'язані з проблемами охорони навколишнього середовища, сталого розвитку, здоров'я і безпеки людини та оцінками ризиків в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та в області виробництва електричної енергії.

РН20. Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними системами та електричними станціями, як їх складовою.

Контрольні заходи

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час лекційного заняття, контрольних робіт, колоквіумів, тестування, захисту курсового проекту, іспиту.

На позааудиторну/самостійну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, підготовка до лекційних, лабораторних та практичних занять, колоквіумів, тестування, іспиту, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію підрозділів ВНТУ).

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Балансова надійність електроенергетичної системи. Проблеми моніторингу та забезпечення.

Тема 1. Вступ. Список рекомендованої літератури для вивчення ОК. Мета та задачі дисципліни. Методи навчання та організація поточного й підсумкового контролю знань. Структура балансу електроенергії. Складові балансу. Участь різнотипних електричних станцій у забезпеченні прогнозного балансу. Моніторинг та підтримання балансової надійності.

Тема 2. Математичне моделювання балансової надійності електроенергетичної системи з різнотипними джерелами енергії. Постановка задачі оцінювання

балансової надійності енергосистем. Застосування стохастичних моделей для формування показника балансової надійності.

Тема 3. Засоби забезпечення балансової надійності енергосистеми. Особливості традиційних джерел електроенергії. Інноваційні рішення у забезпеченні балансу електроенергії в ЕЕС. Керування попитом на електроенергію (Demand Response). Структура протиаварійного керування.

Тема 4. Забезпечення електричних станцій первинними енергоресурсами. Функції виробників електроенергії. Особливості забезпечення електростанцій первинними енергоресурсами. Формування прогнозів споживання енергоресурсів.

Тема 5. Регулювання частоти в енергосистемі. Структура та методи регулювання частоти. Швидкі та повільні зміни частоти. Дія регуляторів швидкості і частоти. Структура системи регулювання частоти в ЕЕС. Методи вторинного регулювання частоти.

Тема 6. Протиаварійне регулювання електростанцій для стабілізації частоти в енергосистемі. Зв'язок завдань енергосистеми з забезпеченням безпечної експлуатації ЕС. Сертифікація маневрених потужностей для виконання допоміжних функцій в енергосистемі України. Порядок видачі завдань на завантаження/розвантаження маневрених потужностей.

Змістовий модуль 2. Традиційні та інноваційні засоби забезпечення балансової надійності та операційної безпеки енергосистеми України. Функціонування у складі об'єднаної енергосистеми ENTSO-E.

Тема 1. Прогнозні баланси електричної енергії та пропускна спроможність енергосистеми. Підтримання необхідного рівня технічного резерву пропускної спроможності енергосистеми оператором системи передачі. Структура прогнозного балансу. Джерела інформації. Технічні засоби.

Тема 2. Регулювання перетікань енергії в енергосистемі. Необхідність регулювання потоків енергії в середині системи та міжсистемних перетікань. Методи регулювання внутрішніх та міжсистемних перетікань. Взаємодія процесів регулювання частоти на електростанціях і потужності в перетинах енергосистеми. Автоматика регулювання частоти і потужності в енергосистемі.

Тема 3. Забезпечення прогнозних балансів для енергосистеми з ВДЕ. Прогнозування видачі енергії з ВДЕ. Джерела інформації. Технічні засоби. Заходи щодо запобігання дефіциту потужностей на довгострокову перспективу для забезпечення прогнозованого попиту на електричну енергію.

Тема 4. Застосування засобів накопичення електроенергії в енергосистемах з ВДЕ. Види та особливості накопичувачів електроенергії. Вплив накопичувачів на точність прогнозування режимів ВДЕ. Планування режимів ЕЕС з накопичувачами енергії.

Тема 5. Функціонування енергосистеми України у складі ENTSO-E. Особливості організації функціонування енергосистем, що входять до ENTSO-E. Стандарти на основні електричні параметри. Умови та етапи інтегрування енергосистеми України.

Тема 6. Оптимізація розвитку маневрових джерел енергії в енергосистемі з ВДЕ. Постановка задачі оптимізації розвитку маневрових потужностей в енергосистемі з відновлюваними джерелами енергії. Застосування методів лінійної та нелінійної оптимізації. Врахування динаміки розвитку електромереж та електроспоживання.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Балансова надійність електроенергетичної системи. Проблеми моніторингу та забезпечення												
Тема 1. Вступ. Список рекомендованої літератури для вивчення ОК. Мета та задачі дисципліни. Методи навчання та організація поточного й підсумкового контролю знань. Структура балансу електроенергії. Складові балансу. Участь різнотипних електричних станцій у забезпеченні прогностичного балансу. Моніторинг та підтримання балансової надійності.	15	3	2	-	-	10	15	1	-	-	-	14
Тема 2. Математичне моделювання балансової надійності електроенергетичної системи з різнотипними джерелами енергії. Постановка задачі оцінювання балансової надійності енергосистем. Застосування стохастичних моделей для формування показника балансової надійності.	15	3	3	-	-	9	15	1	-	-	-	14
Тема 3. Засоби забезпечення балансової надійності енергосистеми. Особливості традиційних джерел електроенергії. Інноваційні рішення у забезпеченні балансу електроенергії в ЕЕС. Керування попитом на електроенергію (Demand Response). Структура протиаварійного керування.	15	3	2	-	-	10	15	1	1	-	-	13
Тема 4. Забезпечення електричних станцій первинними енергоресурсами. Функції виробників електроенергії. Особливості забезпечення електростанцій первинними енергоресурсами. Формування прогнозів споживання енергоресурсів.	15	3	2	-	-	10	15	-	1	-	-	14
Тема 5. Регулювання частоти в енергосистемі. Структура та методи регулювання частоти. Швидкі та повільні зміни частоти. Дія регуляторів швидкості і частоти. Структура системи регулювання частоти в ЕЕС. Методи вторинного регулювання частоти.	14	3	2	-	-	9	14	1	-	-	-	13
Тема 6. Протиаварійне регу-	14	3	2	-	-	9	14	1	-	-	-	13

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
лювання електростанцій для стабілізації частоти в енергосистемі. Зв'язок завдань енергосистеми з забезпеченням безпечної експлуатації ЕС. Сертифікація маневрених потужностей для виконання допоміжних функцій в енергосистемі України. Порядок видачі завдань на завантаження/розвантаження маневрених потужностей.												
Всього за модуль 1	88	18	13	-	-	57	88	5	2	-	-	81
Модуль 2												
Змістовий модуль 2. Традиційні та інноваційні засоби забезпечення балансової надійності та операційної безпеки енергосистеми України. Функціонування у складі об'єднаної енергосистеми ENTSO-E												
Тема 7. Прогнозні баланси електричної енергії та пропускна спроможність енергосистеми. Підтримання необхідного рівня технічного резерву пропускної спроможності енергосистеми оператором системи передачі. Структура прогнозного балансу. Джерела інформації. Технічні засоби.	15	3	2	-	-	10	15	1	-	-	-	14
Тема 8. Регулювання перетікань енергії в енергосистемі. Необхідність регулювання потоків енергії в середині системи та міжсистемних перетікань. Методи регулювання внутрішніх та міжсистемних перетікань. Взаємодія процесів регулювання частоти на електростанціях і потужності в перетинах енергосистеми. Автоматика регулювання частоти і потужності в енергосистемі.	16	3	3	-	-	10	16	1	-	-	-	15
Тема 9. Забезпечення прогнозних балансів для енергосистеми з ВДЕ. Прогнозування видачі енергії з ВДЕ. Джерела інформації. Технічні засоби. Заходи щодо запобігання дефіциту потужностей на довгострокову перспективу для забезпечення прогнозованого попиту на електричну енергію.	16	3	3	-	-	10	16	1	-	-	-	15
Тема 10. Застосування засобів накопичення електроенергії в енергосистемах з ВДЕ. Види та особливості накопичувачів електроенергії. Вплив накопичувачів на точність прогнозування режимів ВДЕ. Планування режимів ЕЕС з накопичувачами енергії.	15	3	2	-	-	10	15	-	1	-	-	14
Тема 11. Функціонування	15	3	2	-	-	10	15	1	1	-	-	13

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
енергосистеми України у складі ENTSO-E. Особливості організації функціонування енергосистем, що входять до ENTSO-E. Стандарти на основні електричні параметри. Умови та етапи інтегрування енергосистеми України.												
Тема 12. Оптимізація розвитку маневрових джерел енергії в енергосистемі з ВДЕ. Постановка задачі оптимізації розвитку маневрових потужностей в енергосистемі з відновлюваними джерелами енергії. Застосування методів лінійної та нелінійної оптимізації. Врахування динаміки розвитку електромереж та електроспоживання.	15	3	2	-	-	10	15	1	1	-	-	13
Всього за модуль 2	92	18	14	-	-	60	43	5	3	-	-	84
<i>Усього годин</i>	180	36	27	-	-	117	150	10	5	-	-	166

6. Теми семінарських занять – навчальним планом не передбачені

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Формування річного прогнозного балансу електричної енергії	1	-
2	Формування місячного прогнозного балансу електричної енергії	1	-
3	Формування добового прогнозного балансу електричної енергії	1	-
4	Прогнозування графіків виробництва електроенергії з відновлюваних джерел	2	1
5	Аналіз дії первинного регулювання частоти	2	-
6	Аналіз дії вторинного регулювання частоти	2	-
7	Аналіз дії третинного регулювання частоти	2	-
8	Математичне моделювання балансової надійності енергосистеми з джерелами гарантованого генерування	2	1
9	Математичне моделювання балансової надійності енергосистеми з відновлюваними джерелами енергії	2	-
10	Оцінювання запасів пропускної здатності перетину енергосистеми	2	-
11	Аналіз дії автоматичного регулювання частоти і потужності в енергосистемі	2	1
12	Вплив нестабільності видачі енергії електроустановок з ВДЕ на балансову надійність енергосистеми	2	-
13	Визначення обсягу резервування системи передачі електроенергії	2	-
14	Використання електрохімічних накопичувачів електроенергії для забезпечення балансу електроенергії в енергосис-	2	1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
	темі		
15	Дослідження ефективності регулювання попиту на електроенергію для різних рівнів прогнозного дефіциту потужності в енергосистемі	2	1
	<i>Усього годин</i>	27	5

8. Теми лабораторних занять – навчальним планом не передбачені

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Розвиток відновлюваних джерел електроенергії в Україні. Проблеми та перспективи	6	9
2	Використання традиційних електростанцій, як засобів резервування відновлюваних джерел енергії	6	9
3	Розвиток відновлюваних джерел енергії та проблема регулювання частоти в енергосистемі України	6	9
4	Використання накопичувачів енергії для стабілізації потоків енергії від відновлюваних джерел енергії	6	9
5	Використання накопичувачів енергії для підвищення ефективності експлуатації розподільних мереж	6	9
6	Проблеми і перспективи приєднання енергосистеми України до ENTSO-E	7	10
7	Особливості організації регулювання частоти в ENTSO-E	7	9
8	Організація аварійного регулювання частоти в ENTSO-E	7	9
9	Напрямки вдосконалення системи регулювання частоти і потужності енергосистеми України в контексті входження до ENTSO-E	7	9
10	Сертифікація електростанцій, що надають послуги з регулювання частоти і потужності	7	9
11	Накопичувачі електроенергії для потреб забезпечення балансу в енергосистемі	7	9
12	Зміни у організації енергоринку України, що зумовлені впливом відновлюваних джерел енергії	6	9
13	Підтримання балансу електроенергії в енергосистемах, що об'єднані міжсистемними зв'язками	7	9
14	Ресинхронізація енергосистем, що об'єднані слабкими зв'язками	7	9
15	Заходи режимного характеру для підтримання прогнозного балансу електроенергії. Обчислювальні та технічні засоби	8	10
16	Особливості визначення необхідних обсягів резервування енергосистем. Визначення обсягів оперативного резерву з урахуванням завантаження перетинів	7	9
17	Регулювання частоти і потужності в енергосистемі. Структура регулювання	6	10
18	Протиаварійна режимна автоматика електростанцій та енергосистем	10	9
	<i>Усього годин</i>	117	165

10. Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом виконання індивідуальних завдань не передбачено. Однак за рішенням кафедри студенти готують реферати з окремих тем дисципліни та доповіді на щорічну науково-теоретичну підрозділів ВНТУ.

11. Методи навчання

Основними методами навчання є: лекція-візуалізація; розповідь-пояснення; інструктаж; ілюстрування; демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання; усне опитування; тестування; навчальна дискусія; бесіда-діалог; виконання лабораторних робіт; групова робота; доповідь за темами, які відведені на самостійне вивчення; рішення практичних завдань; консультації; самостійна робота вдома; підготовка доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію підрозділів ВНТУ.

12. Форми та методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Поточний контроль може проводитись як за допомогою електронних тестів (JetIQ), так і за допомогою проведення усного або письмового опитування.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на певному освітньо-кваліфікаційному рівні або на окремих його етапах. Підсумковий контроль включає семестровий контроль. Під час семестрового контролю враховуються результати усіх видів навчальної роботи згідно зі структурою залікових кредитів.

Рівень виконання індивідуальної роботи оцінюється шляхом перевірки змісту роботи та її захисту у формі доповіді.

Семестровий контроль знань здійснюється в кінці семестру шляхом підрахування загальної кількості балів, отриманих під час навчання і складання диференційованого заліку.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Розподіл балів, які отримують здобувачі денної форми навчання за засвоєння матеріалу змістових модулів.

Поточне тестування та самостійна робота		Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	100
T1, T2 ... T6	T7, T8 ... T12	
50 балів	50 балів	

T1, T2 ... T12 – теми розділів, що входять в змістові модулі.

Шкала оцінювання в балах та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90-100	A
82-89	B
75-81	C
64-74	D
60-63	E
35-59	FX незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Таблиця 2 – Кількість і зміст модулів

Модуль	Кредити	Лекції (год.)	Лаб. роботи. Кількість (роб./год)	Практичні заняття (теми/години)	Контрольна робота	Колоквіуми
I	3	18	-	6 / 13	-	1
II	3	18	-	6 / 14	-	1

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль	Модуль	Разом
	1	2	
1. Практичні заняття (1 ПЗ – 1 бал)	13	14	27
2. Колоквіум	20	20	40
3. Вирішення тестових завдань	17	16	33
Всього	50	50	100

14. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Балансування електроенергії в електроенергетичній системі».
2. Конспект лекцій.
3. Методичні вказівки до практичних занять.
4. Питання на колоквіуми.
5. Тести поточного контролю знань.
6. Комплект білетів для проведення диф. заліку.

15. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	За бальною шкалою	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий)	90-100	A	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; виявлено глибокі знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, сформовано необхідні практичні навички вирішувати завдання з організації професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, і розв'язувати проблеми у кризових ситуаціях з урахуванням зовнішніх та внутрішніх впливів; усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального.
III Достатній (конструктивний)	82-89	B	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; сформовано вміння викладати основні ідеї щодо організації професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального.
	75-81	C	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Вміння викладати базові ідеї щодо організації професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо; усі передбачені програмою навчання завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками.
II Середній (репродуктивний)	64-74	D	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, виявлено знання та розуміння основних положень реструктуризації та санації; необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки.
	60-63	E	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання завдань не виконано або якість виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального.
I Низький	35-59 незадовільно з можливістю повторного складання	FX	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
	0-34 незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якогонебудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

16. Рекомендована література

1. Правила взаємовідносин між Державним підприємством "Національна енергетична компанія "Укренерго" та суб'єктами (об'єктами) електроенергетики в умовах паралельної роботи в складі Об'єднаної енергетичної системи України [Електронний ресурс]. Міністерство палива та енергетики України. – 2008. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0673-08#Text>
2. Стандарт операційної безпеки функціонування об'єднаної енергетичної системи України. порядок складання річних та місячних прогностичних балансів електричної енергії об'єднаної енергетичної системи України [Електронний ресурс]. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – 2015. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/NT1829>
3. Закон України від 13.04.2017 № 2019-VIII, «Про ринок електричної енергії» зі змінами та доповненнями. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/T172019?an=1>.
4. Енергетичне законодавство ЄС [Електронний ресурс]. Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. Режим доступу: <https://www.nerc.gov.ua/pro-nkrekp/mizhnarodne-spivrobotnictvo/mizhnarodni-dokumenti/energetichne-zakonodavstvo-yes>
5. Стійкість енергосистем. Керівні вказівки. СОУ-Н МЕВ 40.1-00100227-68:2012. Київ.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – 2012. – 29 с.
6. Букович Н.В. Протиаварійна режимна автоматика електроенергетичних систем / Н.В. Букович.: Навч. посібник. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. – 224 с.
7. A. A. Fouad, Paul M. Anderson (2002). "Power System Control and Stability," 2nd edn. Wiley & Sons, Incorporated, John, pp. 672.
8. Кириленко О. В. Математичне моделювання в електроенергетиці : підручник / О. В. Кириленко, М. С. Сегеда, О. Ф. Буткевич, Т. А. Мазур. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2010. – 608 с.
9. Правила застосування системної протиаварійної автоматики запобігання та ліквідації небезпечного зниження або підвищення частоти в енергосистемах, затверджені наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 31.07.2012 № 553, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 18 грудня 2003 р. за № 1177/8498 (із змінами).
10. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
11. Енергетика: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://leonardo.energy.org>

