

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет
будівництва, транспорту та
енергетики

Кафедра електротехнічних
систем та енергетичного
менеджменту

**АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ
ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

*методичні рекомендації до виконання самостійної роботи
здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі
спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка"*

Кропивницький
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет
будівництва, транспорту та
енергетики

Кафедра електротехнічних
систем та енергетичного
менеджменту

**АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ
ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

*методичні рекомендації до виконання самостійної роботи
здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі
спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка"*

Затверджено
на засіданні кафедри
електротехнічних систем та
енергетичного менеджменту
Протокол № 1 від 28.08.2023 р.

Кропивницький
2023

Автоматизація контролю та управління якістю електроенергії: метод. рекомендації до виконання самост. роб. здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / [уклад.: П.Г. Плешков, В.В. Зінзура], Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023 – 28 с.

Укладачі: П.Г. Плешков – проф., к.т.н., завідувач кафедри ЕТС та ЕМ,
В.В. Зінзура – доц., к.т.н., доц. каф. ЕТС та ЕМ

Рецензент: О.К. Дідик – доцент, к.т.н., завідувач кафедри АВП ЦНТУ

© Плешков П.Г.,
Зінзура В.В., 2023
© Центральноукраїнський
національний технічний
університет, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ	5
2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ	6
3. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	12
4. ПЕРЕЛІК ТЕМ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	15
5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	16
6. ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ.....	18
7. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ	20
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	27

ВСТУП

Під час підготовки магістрів важливе місце посідають освітні компоненти, які дозволяють поглибити професійні знання студентів. Таким освітнім компонентом є дисципліна «Автоматизація контролю та управління якістю електроенергії», яка входить до циклу обов'язкових освітніх компонент циклу професійної підготовки.

Зміст освітньої компоненти «Автоматизація контролю та управління якістю електроенергії» містить: нормування якості електричної енергії; орахунки відхилень та коливань напруги в системах електропостачання; розрахунки несинусоїдальних режимів в системах електропостачання; розрахунки несиметричних режимів в системах електропостачання; розрахунки економічних збитків, що обумовлені зниженням якості електричної енергії; методи та засоби поліпшення якості електричної енергії в системах електропостачання; приладний контроль якості електричної енергії. автоматизація контролю і управління якістю електроенергії.

Навчальною програмою освітньої компоненти передбачено проведення лабораторних робіт, основна мета яких полягає у комплексному застосуванні набутих на лекційних заняттях теоретичних знань. Під час занять здобувачі освіти повинні опанувати основні поняття, що стосуються якості електроенергії.

Виконання завдань з навчальної дисципліни «Автоматизація контролю та управління якістю електроенергії» передбачає створення у здобувачів освіти навичок виконання самостійного наукового дослідження при проектуванні систем електроенергетики та підготувати до виконання випускної кваліфікаційної роботи.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета вивчення освітньої компоненти "Автоматизація контролю і управління якістю електроенергії" – формування теоретичних знань і оволодіння організаційними і технічними питаннями по забезпеченню якості електроенергії, а також питаннями електромагнітної сумісності різних видів електрообладнання сучасних систем електропостачання.

Предмет освітньої компоненти методи та технічні засоби автоматизації контролю, управління рівнем показників якості електричної енергії в електричних мережах.

Завданням вивчення даної компоненти є:

- оволодіння методиками розрахунків показників якості електроенергії;
- оволодіння методиками визначення економічних збитків від зниження якості електроенергії,
- оволодіння методикою визначення методів і засобів поліпшення якості електроенергії та автоматизації контролю і управління якістю електроенергії в умовах експлуатації. Вивчення освітньої компоненти дозволяє сформувати компетенції:
 - Загальні компетентності (ЗК3, ЗК6, ЗК8, ЗК9);
 - Фахові компетентності (ФК3, ФК7, ФК10, ФК16);
 - Програмні результати навчання (ПРН3, ПРН7, ПРН11, ПРН15, ПРН16, ПРН17).

Передумови для вивчення освітньої компоненти (структурно-логічна схема підготовки фахівця). Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна вивчається після викладання наступних дисциплін: «Електричні системи та мережі», «Перехідні процеси в електроенергетиці», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Інформаційно-керуючі комплекси та системи», «Основи електропостачання».

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Змістовий модуль 1

Тема 1. Вступ

Проблеми забезпечення якості електричної енергії в системах електропостачання. Причини зниження якості електричної енергії в енергетичних системах і системах електропостачання. Економічні збитки у промисловості від зниження якості електричної енергії..

Контрольні запитання до теми № 1

1. Назвіть найбільш актуальні проблеми забезпечення якості електроенергії в системах електропостачання.
2. Які основні причини зниження якості електричної енергії?
3. Чим обумовлені економічні збитки в промисловості від зниження якості електричної енергії?

Тема 2. Нормування якості електричної енергії

Нормування якості електричної енергії. Принципи нормування показників якості електричної енергії. Відхилення напруги і частоти. Несинусоїдальність форм кривих напруги і струму. Несиметрія напруги. Норми якості електричної енергії, що встановлені стандарті ДСТУ EN 50160:2014 та в національних стандартах інших країн.

Контрольні запитання до теми № 2

1. Назвіть основні принципи нормування показників якості електроенергії.
2. Якими показниками якості нормується відхилення напруги?
3. Якими показниками якості нормується спотворення синусоїдальності форми кривої напруги?
4. Якими показниками якості нормується несиметрія напруги?
5. Які норми якості електроенергії передбачені стандартом ДСТУ EN 50160:2014?

Тема 3. Розрахунки відхилень та коливань напруги в системах електропостачання

Втрати напруги в електричних мережах, трансформаторах. Додатки напруги, які створюються регулюючими пристроями. Розрахунки коливань напруги в системах електропостачання з різкозмінними (ударними) навантаженнями. Розрахунки коливань напруги в електричних мережах з високовольтними двигунами та дуговими печами.

Контрольні запитання до теми № 3

1. Чим обумовлені втрати напруги в електричних мережах і трансформаторах?
2. Які регулюючі пристрої можуть створювати додатки напруги в електричних мережах?
3. Опишіть методику розрахунку коливань напруги в системах електропостачання з різкозмінними навантаженнями.
4. Опишіть методику розрахунку коливань напруги в системах електропостачання з високовольтними двигунами та дуговими печами.

Тема 4. Розрахунки несинусоїдальних режимів в системах електропостачання

Нелінійні навантаження в системах електропостачання. Вентильні та тиристорні перетворювачі частоти, печі опору з тиристорно-керованими джерелами живлення, дугові печі, установки електрозварювання та інші. Визначення параметрів схем заміщення та гармонійних спектрів струмів, що генеруються нелінійними навантаженнями. Розрахунки вищих гармонік напруги та коефіцієнта несинусоїдальності напруги.

Контрольні запитання до теми № 4

1. Які електричні навантаження в системах електропостачання відносяться до нелінійних?

2. Як впливають вентиляльні та тиристорні перетворювачі частоти на несинусоїдальність напруги в системах електропостачання?
3. Як впливають дугові печі на несинусоїдальність напруги в системах електропостачання?
4. Як впливають установки електрозварювання на несинусоїдальність напруги в системах електропостачання?
5. Як впливають печі опору з тиристорно-керованими джерелами живлення на несинусоїдальність напруги в системах електропостачання?
6. Опишіть методику визначення параметрів схем заміщення та гармонійних спектрів струмів, що генеруються нелінійними навантаженнями.
7. Яким чином проводяться розрахунки вищих гармонік напруги та коефіцієнта несинусоїдальності напруги?

Тема 5. Розрахунки несиметричних режимів в системах електропостачання

Несиметричні навантаження, визначення параметрів схем заміщення та струмів оберненої послідовності. Розрахунки несиметрії напруги та коефіцієнта оберненої послідовності напруги.

Контрольні запитання до теми № 5

1. Дайте визначення поняттю «несиметричне навантаження».
2. Опишіть порядок визначення параметрів схем заміщення та струмів оберненої послідовності.
3. Опишіть методику розрахунку несиметрії напруги та коефіцієнта оберненої послідовності напруги.

Змістовий модуль 2

Тема 6. Розрахунки економічних збитків, що обумовлені зниженням якості електричної енергії

Вплив коливання та відхилення напруги на режими роботи електроприймачів. Вивчення електромагнітних та технологічних

складових збитків при відхиленні напруги, несинусоїдальності та несиметрії напруги в системах електропостачання.

Контрольні запитання до теми № 6

1. Як впливають коливання та відхилення напруги на режими роботи електроприймачів?
2. Які існують складові збитків, обумовлених зниженням якості електроенергії?
3. Опишіть методику визначення електромагнітної та технологічної складової збитків від відхилення напруги.
4. Опишіть методику визначення електромагнітної та технологічної складової збитків від несинусоїдальності напруги.
5. Опишіть методику визначення електромагнітної та технологічної складової збитків від несиметрії напруги.

Тема 7. Методи та засоби поліпшення якості електричної енергії в системах електропостачання

Централізоване регулювання напруги у промислових електричних мережах. Місцеве регулювання напруги у розподільчих мережах. Методи та технічні засоби зниження несиметрії і несинусоїдальності напруги. Багатофункціональні технічні засоби поліпшення якості електричної енергії.

Контрольні запитання до теми № 7

1. Яким чином реалізується централізоване регулювання напруги в промислових електричних мережах?
2. Яким чином реалізується місцеве регулювання напруги в розподільчих мережах?
3. Які ви знаєте методи та технічні засоби зниження несиметрії напруги?
4. Які ви знаєте методи та технічні засоби зниження несинусоїдальності напруги?

5. Поясніть принцип роботи багатофункціональних технічних засобів поліпшення якості електричної енергії.

Тема 8. Приладний контроль якості електричної енергії

Задачі приладного контролю якості електроенергії в системах електропостачання та в електричних мережах енергосистем. Спеціальні засоби вимірювання показників якості електроенергії. Експлуатаційний контроль показників якості електричної енергії. Організація приладного контролю якості електроенергії. Обробка та аналіз результатів вимірювання показників якості електричної енергії.

Контрольні запитання до теми № 8

1. Перерахуйте задачі приладного контролю якості електроенергії в системах електропостачання та в електричних мережах енергосистем.
2. Які пристрої відносяться до спеціальних засобів вимірювання показників якості електроенергії.
3. Опишіть порядок здійснення експлуатаційного контролю якості електроенергії.
4. Як здійснюється організація приладного контролю якості електроенергії?
5. Опишіть методику обробки та аналізу результатів вимірювання показників якості електричної енергії.

Тема 9. Автоматизація контролю і управління якістю електроенергії

Автоматизація контролю показників якості електроенергії. Автоматизація показників контролю якості електроенергії за допомогою інформаційно-обчислювальних систем. Автоматизовані системи управління якістю електроенергії.

Контрольні запитання до теми № 9

1. Яка основна мета впровадження автоматизації контролю показників якості електроенергії в електричних мережах промислових підприємств?
2. Що таке інформаційно-обчислювальні системи?
3. Яким чином можливо організувати автоматизацію показників контролю якості електроенергії за допомогою інформаційно-обчислювальних систем?
4. Які існують автоматизовані системи управління якістю електроенергії?

3. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Обов'язковим елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни «Автоматизація контролю і управління якістю електроенергії» є самостійна робота здобувачів із літературою українських та зарубіжних вчених.

Самостійна робота є основним засобом опанування навчальним матеріалом у час, вільний від нормованих навчальних занять, тобто лекційних та лабораторних занять (аудиторної роботи).

Основні види самостійної роботи, на які повинні звертати увагу студенти:

- вивчення лекційного матеріалу;
- робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури;
- підготовка до лабораторних занять;
- підготовка до дискусій та інших пропонованих викладачем завдань;
- робота над індивідуальним завданням;
- самоперевірка студентом власних знань за запитаннями для діагностики рівня знань;
- підготовка до дискусій в аудиторії щодо розуміння вивченого матеріалу;
- підготовка до поточного та підсумкового контролів.

Опрацювання лекційного матеріалу. У системі різних форм навчально-виховної роботи особливе місце належить лекції, де викладач надає студенту основну інформацію, навчає розмірковувати, аналізувати, допомагає опанувати ключові знання, а також спрямовує самостійну роботу студента.

Зв'язок лекції і самостійної роботи студента розглядається в таких напрямках:

- лекція як головна початкова ланка, що визначає зміст і обсяг самостійної роботи студента;
- методичні прийоми читання лекцій, що активізують самостійну роботу студентів;

- самостійна робота, яка сприяє поглибленому засвоєнню теми на базі прослуханої лекції.

Перший етап самостійної роботи починається з процесу слухання та

конспектування лекцій. Правильно складений конспект лекції – найефективніший засіб стимулювання подальшої самостійної роботи здобувачів освіти. Здобувач повинен чітко усвідомити, що конспект – це короткий тезовий запис головних положень навчального матеріалу. Складання і вивчення конспекту – перший етап самостійної роботи студента над вивченням теми чи розділу. Конспект допомагає в раціональній підготовці до лабораторних занять, складанні екзамену, у визначенні напрямку та обсягу подальшої роботи з літературними джерелами. Під час підготовки до лекції здобувач повинен опрацювати матеріал попередньої лекції з використанням підручників та інших джерел літератури. На лекціях висвітлюють тільки основні теоретичні положення та найбільш актуальні проблеми, тому більшість питань виноситься на самостійне опрацювання.

Підготовка до лабораторних занять. Підготовка до лабораторних занять розпочинається з опрацювання лекційного та методичного матеріалу до заданого заняття. Здобувач повинен самостійно ознайомитися з відповідним розділом робочої програми, підготувати відповіді на контрольні запитання, які подані в програмі у певній послідовності згідно з логікою засвоєння навчального матеріалу.

Лабораторні заняття збагачують та закріплюють теоретичні знання здобувачів, розвиваючи їх творчу активність, допомагають у набутті практичних навичок роботи за предметом навчальної компоненти. У процесі підготовки до лабораторних занять самостійна робота здобувачів є обов'язковою частиною навчальної роботи, без якої успішне і якісне засвоєння навчального матеріалу неможливе.

Відповідно до навчального плану з кожної теми курсу проводяться лабораторні заняття. Щороку викладачі уточнюють тематичний план проведення семінарських і практичних занять і ознайомлюють з ним здобувачів на першому занятті.

Викладач у вступній лекції рекомендує здобувачам основну і додаткову літературу, а також методичні рекомендації до самостійної

роботи та до організації лабораторних занять з освітньої компоненти. У методичних вказівках з кожної теми наведено перелік питань для теоретичної підготовки до заняття.

У разі, коли здобувач не може самостійно розібратися в якомусь питанні, він може отримати консультацію у викладача (згідно з графіком проведення консультацій викладачами кафедри електротехнічних систем та енергетичного менеджменту). Гарно організовані консультації дозволяють спрямувати самостійну роботу в потрібному напрямі, зробити раціональною та підвищити рівень її ефективності.

4. ПЕРЕЛІК ТЕМ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Графоаналітичний метод спектрального аналізу осцилограм напруги	2	-
2	Дослідження режимів роботи систем електропостачання з джерелами вищих гармонік	2	-
3	Дослідження режимів роботи системи електропостачання з фільтрокомпенсуючими пристроями	2	-
4	Приладний контроль відхилення напруги в мережі	2	-
5	Приладний контроль несиметрії напруг в мережі	2	1
6	Приладний контроль несинусоїдальності напруги в мережі	2	-
7	Приладний контроль відхилення частоти в мережі	2	1
8	Вимірювання показників якості електричної енергії з допомогою цифрового мультиметру ДМК-32	2	-
	Разом	16	2

5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Розподіл годин самостійної роботи здобувачів денної форми навчання:

- підготовка до аудиторних (лабораторних) занять – 0,5 год./1 год. занять – 8 год;

- опрацювання лекційного матеріалу - 0,25 год./1 год. лекцій - 8 год;

- опрацювання окремих тем програми або її частин, які не викладаються на лекціях – 47 год;

Виконання контрольної роботи студентами заочної форми навчання – 30 год.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Сучасний стан проблеми якості електричної енергії в провідних державах світу та в Україні	5	9
2	Тенденція розвитку електроприймачів, що створюють відхилення та коливання напруги, несинусоїдальність і несиметрію напруги в системах електропостачання різних галузей.	5	9
3	Вплив несинусоїдальності та несиметрії напруги на режими роботи конденсаторних установок	6	9
4	Компенсація реактивної потужності при несинусоїдальності та несиметрії напруги	5	9
5	Методи та технічні засоби обмеження коливання напруги	6	8
6	Схемні рішення та застосування технічних засобів регулювання напруги	5	5
7	Облік електроенергії при несинусоїдальності напруги	5	5

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
8	Електромагнітні перешкоди в системах електропостачання	9	8
9	Виконання контрольної роботи	-	30
10	Опрацювання лекційного матеріалу	8	1
11	Підготовка до аудиторних (лабораторних) занять	8	1
12	Підготовка до тестування	10	20
	Разом	72	114

6. ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Академічна доброчесність/норми академічної етики

Очікується, що здобувачі будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Здобувач вищої освіти має дотримуватись «Кодексу академічної доброчесності», який визначає цінності, якими керуються учасники університетської спільноти Центральноукраїнського національного технічного університету і встановлює етичні норми відносин в академічному середовищі.

Відвідування занять

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі здобувачі відвідають лекції й практичні заняття курсу.

Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Пропущені контрольні заходи

Тематичне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, не оцінюється.

Позааудиторні заняття

Передбачено можливість в межах вивчення навчальної дисципліни виїзних занять – участь в конференціях, форумах, круглих столах тощо.

Поведінка на заняттях

Недопустимість: запізнь на заняття, прояви академічної недоброчесності, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

Під час організації освітнього процесу в Центральукраїнському національному технічному університеті здобувачі, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу в ЦНТУ; Положення про організацію вивчення вибіркових навчальних дисциплін у Центральноукраїнському національному технічному університеті; Положення про систему забезпечення якості

освітньої діяльності та якості вищої освіти у ЦНТУ; Положення про рубіжний контроль успішності та сесійну атестацію здобувачів вищої освіти Центральноукраїнського національного технічного університету; Положення про дотримання академічної доброчесності НПП та здобувачами вищої освіти ЦНТУ; Положення про критерії оцінювання ЦНТУ.

7. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

Методи навчання

За джерелами знань під час вивчення навчальних компонент використовують наступні методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – практичні роботи, задачі.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

Методи контролю

Система внутрішнього забезпечення якості вищої освіти містить наступні види контролю: самоконтроль, вхідний, поточний, семестровий, ректорський контроль залишкових знань та атестацію здобувачів вищої освіти. Для курсу «Автоматизація контролю і управління якістю електроенергії» застосовують у період навчання самоконтроль, вхідний, поточний та семестровий контроль, у вигляді семестрового екзамену.

Самоконтроль призначений для самооцінки здобувачами вищої освіти якості засвоєння навчального матеріалу з розділу або теми дисципліни. З цією метою в методичних вказівках передбачені питання для самоконтролю.

Вхідний контроль здійснюють на початку вивчення дисципліни. За результатами вхідного контролю розроблюють заходи з надання необхідної індивідуальної допомоги, організації додаткових занять і консультацій.

Поточний контроль здійснюють впродовж семестру під час проведення аудиторних занять і оцінюють сумою набраних балів за навчальний семестр. Основне завдання поточного контролю – перевірка рівня підготовки здобувачів вищої освіти до виконання конкретної роботи

на занятті та засвоєння навчального матеріалу. Основна мета – забезпечення зворотного зв'язку між науково-педагогічними працівниками та здобувачами вищої освіти денної форми навчання.

За результатами поточного контролю, який проводять на лабораторних заняттях, здобувач допускається (чи не допускається) до виконання лабораторної роботи.

Поточний контроль проводять у письмовій формі (або тест у режимі он-лайн) методом тестування на лабораторних заняттях або лекціях. Критерії оцінювання та схема нарахування балів визначаються робочою програмою навчальної дисципліни.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів вищої освіти:

Усний виступ та виконання письмового завдання (бали)	Критерії оцінювання
5	У повному обсязі опанував навчальний матеріал, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу.
4	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.
3	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного

Усний виступ та виконання письмового завдання (бали)	Критерії оцінювання
	аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки.
2	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових відповідей, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість тестових завдань.
1	Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та письмових відповідей, допускаючи при цьому суттєві помилки.
0	Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

Доповнення виступу:

2 бали – отримують здобувачі вищої освіти, які глибоко володіють матеріалом, чітко визначили його зміст; зробили глибокий системний аналіз змісту виступу, виявили нові ідеї та положення, що не були розглянуті, але суттєво впливають на зміст доповіді, надали власні аргументи щодо основних положень даної теми.

1 бал - отримують здобувачі вищої освіти, які виклали матеріал з обговорюваної теми, що доповнює зміст виступу, поглиблює знання з цієї теми та висловили власну думку.

Суттєві запитання до доповідачів:

1 бал - отримують здобувачі, які своїм запитанням до виступаючого суттєво і конструктивно можуть доповнити хід обговорення теми.

0,5 балів - отримують здобувачі вищої освіти, які у своєму запитанні до виступаючого вимагають додаткової інформації з ключових проблем теми, що розглядається.

Експрес-контроль:

1 бал - нараховуються здобувачам вищої освіти, які вільно володіють усім навчальним матеріалом, орієнтуються в темі та аргументовано висловлюють свої думки.

0,5 балів - отримують здобувачі вищої освіти, які частково володіють матеріалом та можуть окреслити лише деякі проблеми теми.

Ведення опорного конспекту лекції:

Опорний конспект лекції (ОКЛ) – вид навчально-методичного посібника, в якому у стисло і системно викладено основний теоретичний матеріал у формі основних понять і положень, що структурно й логічно пов'язані між собою. Кожен здобувач повинен мати ОКЛ на лекціях і вести в ньому записи власноруч. Під час аудиторної роботи з ОКЛ здобувачі вищої освіти записують основні тези лекції та пояснення викладача. Під час самостійної роботи рекомендується доповнити записи лекції.

1 бал нараховується здобувачам вищої освіти, які в повному обсязі самостійно і творчо опрацювали всі питання лекції і вільно володіють її змістом.

0,5 балів нараховується здобувачам вищої освіти, які опрацювали лише окремі питання лекції і не достатньо вільно володіють її змістом.

Семестровий підсумковий контроль проводиться з метою визначення рівня результатів навчання за дисципліною, якщо він виконав усі види робіт, які передбачені навчальним планом. Семестровий екзамен оцінює рівень засвоєння навчального матеріалу здобувачем вищої освіти на лекційних та лабораторних заняттях, виконання індивідуальних занять та самостійної роботи.

Схема нарахування балів зазначена у таблиці 1.

Таблиця 1 - Розподіл балів, які отримують здобувачі під час вивчення дисципліни

Поточне тестування та самостійна робота											Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2					40	100
T1	T2	T3	T4	T5	ЗК1	T6	T7	T8	T9	ЗК2		
4	4	4	4	4	10	5	5	5	5	10		

T1...T12 – теми змістових модулів (ЗМ); ЗК1, ЗК2 - підсумковий змістовий контроль

Впродовж семестру здобувачі вищої освіти можуть набрати від 0 до 100 балів, що переводяться у національну шкалу оцінювання і відповідно у шкалу ECTS. Кількість балів відповідає певному рівню засвоєння дисципліни:

За системою ЦНТУ	За шкалою ECTS	За національною системою	Визначення
90-100	A	5 (відмінно)	Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому. Брав участь в олімпіадах, конкурсах, конференціях.
82-89	B	4 (дуже добре)	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому.
74-81	C	4 (добре)	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому виконав не повністю.

За системою ЦНТУ	За шкалою ECTS	За національною системою	Визначення
64-73	D	3 (задовільно)	Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни, окремі завдання кожної теми рубіжного контролю не виконав.
60-63	E	3 (достатньо)	Засвоїв лише окремі питання навчальної програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Виконав лише окремі завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому.
< 60	F X	2 (незадовільно)	Не засвоїв більшості тем навчальної програми не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та рубіжного контролю в цілому.

У випадку проведення семестрового підсумкового контролю у формі екзамену, кожен з видів роботи (завдань), виконаних здобувачем вищої освіти впродовж семестру, оцінюється визначеною кількістю балів відповідно до схеми нарахування балів, що представлена в робочій програмі навчальної дисципліни. Здобувачі вищої освіти мають бути повідомлені про кількість набраних ними балів до початку екзаменаційної сесії.

Семестровий залік проводять відповідно до розкладу екзаменаційної сесії.

Загальна система оцінювання курсу	Рейтинг із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи впродовж семестру, для оцінювання якої призначається 60 балів, і рейтингу з атестації – 40 балів.
Вимоги до письмових робіт	Впродовж семестру кожен здобувач має виконати: - лабораторні роботи загальною кількістю 8 шт.; - особистий опорний конспект лекцій; - тести змістових контролів. Усі види робіт мають бути подані до початку заліково-екзаменаційної сесії. Відсутність письмових робіт не допустима. У разі дистанційного навчання, письмові роботи подаються на електронну пошту викладачеві або завантажують безпосередньо на сайт дистанційної освіти.
Умови допуску до підсумкового контролю	Наявність захищених лабораторних робіт, особистий опорний конспект лекцій, складені тести змістових контролів.

Екзамен приймають науково-педагогічні працівники, які проводили лекційні заняття в академічній групі або читали лабораторні роботи з даної дисципліни (в окремих випадках створюють комісії, до складу яких входять 3 особи – науково-педагогічний працівник, який читав лекції, практичні заняття та завідуючий кафедрою).

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизація контролю та управління якістю електроенергії : навч. посіб. / П. Г. Плешков, В. П. Солдатенко, В. В. Зінзура, А. Ю. Орлович, С. П. Плешков. - Кропивницький : ЦНТУ, 2023. - 146 с.

2. Автоматизація контролю та управління якістю електроенергії : метод. рекомендації до виконання лаб. роб. : зі спец. 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / [уклад. : П. Г. Плешков, В. П. Солдатенко, І. В. Савеленко та ін.] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2023. - 86 с.

3. Автоматизація контролю та управління якістю електроенергії : методичні вказівки для вивчення курсу / [уклад. : П. Г. Плешков, О. А. Козловський, В. В. Зінзура. – Кіровоград: КДТУ, 2013 р. – 121 с.

4. Електромагнітна сумісність у системах електропостачання: Підручник / І.В. Жежеленко, А.К. Шидловський, Г.Г. Півняк, Ю.Л. Саєнко. – Д.: Нац. гірнич. ун-т, 2009. – 319 с.: іл.

5. Основи електропостачання. Навчальний посібник. / Ф.П. Шкрабець, П. Г. Плешков – Кіровоград: КНТУ, 2010, -408 с.

6. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання] / О.В. Коцар // Навч. посібн. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, — Дніпро: Середняк Т.К., ISBN 978-617-7479-26-9, 2017. – 44 с. – Режим доступу: <https://tsem.iee.kpi.ua/files/%D0%9A%D0%BE%D1%86%D0%B0%D1%80%20%D0%9E.%D0%92.%20%D0%90%D0%A1%D0%9A%D0%9E%D0%95.pdf> .

7. Автоматизовані системи обліку та якості електричної енергії в оптовому ринку [Праховник А.В., Тесік Ю.Ф., Жаркін А.Ф. та ін.]; під ред. О.Г.Гриба. Х.: ПП „Ранок-НТ”. 2012. 516 с.

8. Півняк Г.Г., Шидловський А.К., Кігель Г.А., Рибалко А.Я., Хованська О.І. Особливі режими електричних мереж. – Дніпропетровськ: НГА України, 2004. – 375 с.

9. Енергетична ефективність систем електропостачання : монографія / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папайка ; М-во освіти і

науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – 2-ге вид., переробл. і допов. – Дніпро: НТУ «ДП», 2018. – 148 с.

10. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності: ДСТУ EN 50160:2014 (EN 50160:2010, IDT). [Чинний з 1.10.2014]. - К.: Держстандарт України, 2014. – 27 с.

11. Кодекс комерційного обліку електричної енергії: затверджено постановою НКРЕКП від 14.03.2018 р. № 311 в редакції постанови НКРЕКП від 20.03.2020 р. № 716. 102 с. URL: <https://www.nerc.gov.ua/index.php?id=50477>.

12. Маліновський А. А., Хохулін Б. К. Основи електропостачання Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2005. 324 с.

13. Трунова І. М. Деякі питання щодо застосування ДСТУ EN 50160:2014/ І. М. Трунова, О. М. Мороз // Праці ТДАТУ. - 2015. – Вип.15., Т.2. – С. 328-331. – Бібліогр.: с. 331.с

14. Santoso, M.F. McGranaghan, R.C. Dugan, H.W Beaty. Electrical Power. Systems Quality, Third Edition // McGraw-Hill Education, 2012. – 522 р.