

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ

енергетики, автоматики і енергозбереження

професор Віктор КАПЛУН



_____ 2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри

електропостачання ім. проф. В.М. Синькова

Протокол № 12 від 14 червня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри

доцент Олександр ГАЙ

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка»

доцент Юрій СИНЯВСЬКИЙ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Надійність та проектування електричних систем

(назва навчальної дисципліни)

Спеціальність 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва напрямку підготовки)

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: к.т.н., доцент Світлана МАКАРЕВИЧ

Київ 2023

1. Опис навчальної дисципліни
Електричні апарати станцій і підстанцій
(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Освітня програма	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	_____ 120 _____	
Кількість кредитів ECTS	_____ 4 _____	
Кількість змістових модулів	_____ 2 _____	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	_____ - _____ (назва)	
Форма контролю	Залік, екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2023	2023
Семестр	8	
Лекційні заняття	28 год.	
Практичні заняття	28 год.	
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	54,0 год.	
Індивідуальні завдання	10	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	4 год. 3,6 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни — усвідомлення студентами ролі проектування при забезпеченні електропостачання споживачів; перетворення та розподілу електроенергії при електрозабезпеченні промислових підприємств, населених пунктів і об'єктів виробництва, надійної та економічної роботи систем електропостачання.

Завдання:

- знати основи технології виробництва, передачі та розподілу електричної енергії для надійного електропостачання споживачів;
- знати вимоги споживачів до електропостачання;
- знати основи будови та організації роботи систем електропостачання;
- уміти користуватися методиками збору вихідних даних для проектування електричних систем;
- уміти застосовувати методику розрахунку і вибору параметрів та режимів електричних мереж і установок з метою їх надійної та ефективної експлуатації;

знати:

методики проектування та розрахунку електричних систем;
електричне обладнання підстанцій;

вміти:

створювати концепцію проектування системи електропостачання,
обґрунтовувати вибір обладнання,
здійснювати вибір конфігурації комірок та обладнання.

Набуття компетентностей:

– **інтегральна компетентність (ІК):** 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.

– **фахові (спеціальні) компетентності (ФК):**

– ФК7. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.;

– ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

Програмні результати навчання (ПРН):

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

ПРН09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

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

Тема 11. Методи визначення розрахункового електричного навантаження.	6	4	2									
Тема 12. Вибір місця розташування підстанцій кількості й потужності трансформаторів	4	2	2									
Тема 13. Розрахунок електричних серж. Визначення допустимої втрати напруги	16	2	2			12						
Тема 14. Розрахунок і вибір перерізу проводів ПЛ 0,38 і 10 кВ. Розрахунок втрат напруги	4	2	2									
Разом за змістовим модулем 2	60	14	14		5	27						
Усього годин за 1 та 2 модулем	120	28	28		10	54						

4. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення енергетичної системи магістральних електричних мереж України	4
2	Вивчення будови реклоузерів, їх призначення, застосування.	4
3	Вивчення роботи ГЕС та ГАЕС.. Призначення, функціонування та особливості застосування.	4
4	Вивчення роботи АЕС. Призначення, функціонування, особливості застосування, екологічні ризики, економічне обґрунтування.	4

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовний модуль 1		
1	Трансформатори і автотрансформатори. Призначення, конструктивне виконання та основні параметри. Пристрої РПН і ПБЗ. Принцип дії та конструктивне виконання	4
2	Резервні системи електроживлення з синхронними генераторами з щітковою та безщітковою системами збудження. Функції, режими роботи, конструктивні особливості. Ступені автоматизації дизель-електростанцій. Основні вимоги по вибору автономних джерел електроживлення в залежності від навантаження	4
3	Вимірювальні трансформатори струму (ТС) та напруги (ТН). Призначення та конструктивне виконання	4
4	Віддільники, роз'єднувачі і короткозамикачі. Призначення та конструктивне виконання	2
Змістовний модуль 2		
5	Приводи, віддільників, короткозамикачів та роз'єднувачів	4
7	Вакуумні вимикачі. Призначення, принцип дії та конструктивне виконання. Приводи	4
8	Вибір елегазових вимикачів, вентильних розрядників та ОПН. Призначення, принцип дії та конструктивне виконання. Приводи до них.	4
9	Вентильні розрядники та ОПН. Призначення, принцип дії та конструктивне виконання	2

6. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Питання 1. По забезпеченню надійності електропостачання всі споживачі поділяються на . . . категорій.

Питання 2. Головна схема з'єднання електричної станції або підстанції це:

Питання 3. Схема видачі електричної енергії це:

Питання 4. При виборі схеми електроустановки повинні враховуватись наступні фактори:

Питання 5. Вибір головної схеми з'єднання електростанції чи підстанції вимагає наступного:

Питання 6. Силкові трансформатори і автотрансформатори розподіляються:

Питання 7. По способу охолодження силкові трансформатори і автотрансформатори розподіляються на групи:

Питання 8. Системи охолодження силових трансформаторів і автотрансформаторів:

Питання 9. Параметри силових трансформаторів і автотрансформаторів:

Питання 10. Регулювання напруги трансформаторів і автотрансформаторів виконується

Питання 11. Умови вибору потужності трансформаторів на районних трансформаторних підстанціях (РТП), які живлять сільськогосподарських споживачів:

Питання 12. Режими роботи триобмоткових автотрансформаторів:

Питання 13. Електричні мережі в залежності від режиму роботи нейтралі розподіляються на:

Питання 14. За рівнем напруги електричні мережі з заземленою (ефективно заземленою) нейтраллю виконуються

Питання 15. За рівнем напруги електричні мережі з ізольованою (компенсованою) нейтраллю виконуються

Питання 16. Ємнісний струм в мережах з ізольованою нейтраллю визначається за формулою $I_c =$

Питання 17. Величина потужності дугогасного реактора для компенсації ємнісного струму замикання на землю розраховується як $Q_p =$

Питання 18. При підключенні дугогасного реактора на підстанції в нейтраль силового трансформатора його потужність розраховується за формулою:

Питання 19. Коротким замиканням в електричній мережі називають:

Питання 20. Короткі замикання за симетрією відрізняють

Питання 21. Струми короткого замикання супроводжуються: термічною дією (перегрів струмопроводів) та динамічними зусиллями між струмопроводами.

Питання 22. Складовими струму короткого замикання є:

Питання 23. Ударний струм короткого замикання це максимальна величина миттєвого значення повного струму, яка настає через . . . сек. після КЗ.

Питання 24. Розрахунки струмів короткого замикання виконуються для:

Питання 25. Допущення при розрахунках струмів КЗ:

Питання 26. Розрахунки струмів КЗ виконуються в наступному порядку:

Питання 27. При розрахунку струмів КЗ в відносних одиницях для визначення

приведених опорів використовуються наступні формули:

Питання 28. Трифазний струм КЗ для якої точки КЗ відповідно її номінальної напруги розраховується за формулами $I_{КЗ}^{(3)} =$

Питання 29. В масляних бакових вимикачах гасінню дуги сприяє:

Питання 30. В мало масляних вимикачах гасінню дуги сприяє:

Питання 31. В повітряних вимикачах гасінню дуги сприяє:

Питання 32. В електромагнітних вимикачах гасінню дуги сприяє:

Питання 33. Вакуумні вимикачі використовуються для відключення струмів .

...

Питання 34. Елегазові вимикачі використовуються для відключення струмів

...

Питання 35. Високовольтні вимикачі вибираються по . . . та перевіряються на . . .

Питання 36. Плавкі запобіжники вибираються по:

Питання 37. Роз'єднувачі та віддільники:

Питання 38. Короткозамикачі :

Питання 39. Способами обмеження струмів КЗ є:

Питання 40. Струмообмежуючі реактори:

Питання 41. Переріз шин:

Питання 42. Величина найбільшого робочого струму для вибору шин визначається згідно найбільш потужного трансформатора за формулою:

Питання 43. Опорні ізолятори:

Питання 44. Способами вмикання вимірювальних трансформаторів в контрольоване коло є

Питання 45. Первинні обмотки трансформаторів струму в вимірювальне коло вмикаються

Питання 46. Вимірювальні прилади приєднуються до вторинних обмоток трансформаторів струму

Питання 47. Коефіцієнт трансформації та похибка по струму трансформаторів струму визначаються як:

Питання 48. Класи точності трансформаторів струму :

Питання 49. Трансформатори струму перевіряються по:

Питання 50. Переріз проводів приєднання приладів до трансформаторів струму вибираються за формулами:

Питання 51. Коефіцієнт трансформації та похибка вимірювання трансформаторів напруги визначаються як:

Питання 52. Первинні обмотки трансформаторів напруги в вимірювальне коло вмикаються

Питання 53. Вимірювальні прилади приєднуються до вторинних обмоток трансформаторів напруги

Питання 54. Класи точності трансформаторів напруги:

Питання 55. По конструкції трансформатори напруги розрізняються:

Питання 56. Трансформатори напруги:

Питання 57. Обмежувачі перенапруги використовуються для захисту обладнання електричних станцій і підстанцій від перенапруг.

Питання 58. Вибір ОПН здійснюється по:

Питання 59. В якості джерел оперативного струму на електростанціях і підстанціях використовують

Питання 60. Джерелами змінного оперативного струму є:

7. Методи навчання

При вивченні дисципліни «Надійність та проектування електричних систем» використовуються 4 групи методів навчання:

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

<i>Словесні</i>	<i>Наочні</i>	<i>Практичні</i>
<ul style="list-style-type: none"> розповідь-пояснення бесіда лекція 	<ul style="list-style-type: none"> ілюстрація демонстрація 	<ul style="list-style-type: none"> лабораторні роботи практичні роботи реферати
<i>Індуктивні методи</i>		<i>Дедуктивні методи</i>
узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів на основі розрахункових даних		розвиток абстрактного мислення для засвоєння навчального матеріалу на основі узагальнень
<i>Репродуктивні методи</i>		<i>Творчі, проблемно-пошукові методи</i>
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами		самостійна, творча пізнавальна діяльність
<i>Навчальна робота студентів під керівництвом НПП</i>		<i>Самостійна робота студентів</i>

▲ 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>
<ul style="list-style-type: none"> створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу пізнавальні ігри 	<ul style="list-style-type: none"> роз'яснення мети навчального предмета вимоги до вивчення предмета

<ul style="list-style-type: none"> • навчальні дискусії • аналіз життєвих ситуацій 	(орфографічні, дисциплінарні, організаційно-педагогічні) <ul style="list-style-type: none"> • заохочення та покарання в навчанні
--	---

▲ III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю), корекції (самокорекції, взаємокорекції) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Компетенції</i>	<i>Функції оцінювання навчальних досягнень студента</i>
<ul style="list-style-type: none"> • соціальні • полікультурні • комунікативні • інформаційні • саморозвитку та самоосвіти • компетенції, що реалізуються у прагненні та здатності до раціональної продуктивної, творчої діяльності 	<ul style="list-style-type: none"> • контролююча; • навчальна • діагностично-коригуюча • стимулюючо-мотиваційна • виховна

▲ IV група методів - бінарні, інтегровані (універсальні) методи.

На практиці ми інтегруємо методи різних груп, утворюючи неординарні (універсальні) методи навчання, які забезпечують оптимальні шляхи досягнення навчальної мети.

8. Форми контролю

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і практичних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Форма контролю знань із змістового модуля 1 – результати семінарських виступів, тестових завдань, виконання лабораторних робіт. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання практичних робіт, тестових завдань, виконання лабораторних робіт.

Підсумковий контроль знань здійснюється **на екзамені**.

Оцінка "**Відмінно**" виставляється студенту, який протягом семестру систематично працював, на заліку показав різнобічні та глибокі знання програмного матеріалу, вмів вільно виконувати завдання, що передбачені програмою, засвоїв

основну та знайомий з додатковою літературою, відчуває взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їх значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності в розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, проявив здатність до самостійного оновлення і поповнення знань.

Оцінка "**Добре**" виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав стійкий характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення та поновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності.

Оцінка "**Задовільно**" виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та наступної роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі похибки у відповідях на заліку та при виконанні екзаменаційних завдань, але володіє необхідними знаннями для їх подолання під керівництвом науково-педагогічного працівника.

Оцінка "**Незадовільно**" виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може без допомоги науково-педагогічного працівника використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи.

9. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання студента відбувається згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 20.02.2015 р. протокол №6 з табл.1.

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг студента, бали
Відмінно	A	ВІДМІННО- відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100
Добре	B	ДУЖЕ ДОБРЕ- вище середнього рівня з кількома помилками	82 - 89
	C	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих	74 - 81

		помилки	
Задовільно	D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі незначною кількістю недоліків	64 - 73
	E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 - 63
Незадовільно	FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	35 - 59
	F	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01 - 34

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєнням дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

10. Методичне забезпечення

1. Проектування систем електропостачання. (навчальний посібник) (для студентів за напрямом підготовки 6.100101 - енергетичні та електротехнічні системи в АПК») – *додається*

2. Проектування районної ТП 110 (35)/10 кВ(практичні роботи) (для студентів за напрямом підготовки 6.050101 «6.100101 – енергетичні та електротехнічні системи в АПК») – *додається*

11. Рекомендована література

- основна

1. Электрическая часть станций и подстанций /Под ред. А.А.Васильева. – М.: Энергоатомиздат, 1988. -608с.
2. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1986. -640с
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987. -648с
4. Электрическая часть электростанций / Под ред. С.В.Усова. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. -616с.
5. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1989. -608с.

6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). –М.: Энергоатомиздат, 1985. -640 с.

7. Электротехнический справочник / Под ред. Герасимова, П.Г. Грудинско, В. А. Лубанцова. –М.: Энергоатомиздат, 1986.

8. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию / Под ред. А.А.Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. -630с.

- допоміжна

1. Семчинов А.М. Токопроводы промышленных предприятий. – Л.: Энергоатомиздат, 1982. -208с.

2. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД. Справочник. –М.: Издательство стандартов, 1989. -325 с.

3. Инструктивные материалы Главгосэнергонадзора. –М.: Энергоатомиздат, 1986. -325 с.

4. Овчаренко Л.П., Рабинович М.Л. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. –К.: Техника, 1986, -380 с.

5. Двоскин Л.И. Схемы и конструкции распределительных устройств. - М.: Энергоатомиздат, 1985. -220 с.

6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Проектування районної трансформаторної підстанції 110(35)/10кВ» з дисципліни «Електрична частина станцій і підстанцій». -Київ: НУБіПУ, 2009. – 52 с.

Стандарти

ДСТУ 2267-93	Вироби електротехнічні. Терміни та визначення
ДСТУ 2313-93	Електроприводи. Терміни та визначення
ДСТУ 2815-94	Електричні й магнітні кола та пристрої. Терміни та визначення
ДСТУ 3120-95	Електротехніка. Літерні позначення основних величин
ДСТУ 2843-94	Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення
ДСТУ 2993-95 (ГОСТ 2933-93)	Апарати електричні низьковольтні. Методи випробувань
ДСТУ 3122-95	Установки для компенсації реактивної потужності конденсаторні. Терміни та визначення
ГКД 341.004.001-94.	Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока напряжением 6-750кВ. – К.: Минэнерго Украины, 1994. – 352с.
ГКД 34.20.507- 2003	Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. – К.: Мінпаливенерго, 2003. – 598с.
ДСТУ 3466-96	Якість електричної енергії. Терміни та визначення
ДНАОП 0.00- 1.21	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: Держнаглядохоронпраці, 1998. – 185с.
ДНАОП 0.00- 1.32. 98)	Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: Укрархбудінформ, 2001. – 121с.
	Правила улаштування електроустановок. Розділ 2. Передавання електроенергії. Глава 2.3. Кабельні лінії напругою до 330кВ – К.: "КВІЦ", 2009. – 80с.
	Правила улаштування електроустановок. Розділ 2. Передавання електроенергії. Глава 2.4. Повітряні лінії електропередачі напругою до 1 кВ. Глава 2.5. Повітряні лінії електропередачі
	Правила улаштування електроустановок. Розділ 4. Розподільчі пристрої та підстанції. Глави 4.1. Розподільчі установки напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного

12. Інформаційні ресурси

<http://www.ensto.com/ua>

<http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/Pages/main.aspx>

<http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/pages/ua/targetsandresponsibilities1.aspx>

<http://www.er.gov.ua>