

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ННІ ЕАЕ
(Каплун В.В.)
_____ 2022 р.

«СХВАЛЕНО»
на засіданні кафедри електропостачання
ім. проф. В.М. Синькова
Протокол № 14 від "02" 05 2022 р.
Завідувач кафедри
(Козирський В.В.)

«РОЗГЛЯНУТО»
Гарант ОП ОС Бакалавр,
Спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка і електромеханіка
Гарант ОП к.т.н., доцент
кафедри електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій
(Синявський О.Ю.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ”
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва напрямку підготовки)

освітня програма 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

(назва ННІ)

Розробник: к.т.н., доцент А.В. Петренко

Київ – 2022 р.

1. Опис навчальної дисципліни

“ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ”

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	<i>Бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>	
Освітня програма	<i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>	
Блок дисциплін	<i>Електроенергетика</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ЄКТС	4,0	
Кількість змістових модулів	2	
Курсова робота	10	
Форма контролю	<i>Екзамен - 7</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Лекційні заняття	<i>28 год.</i>	<i>год.</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>- год.</i>	<i>год.</i>
Лабораторні заняття	<i>28 год.</i>	<i>год.</i>
Самостійна робота	<i>54 год.</i>	<i>год.</i>
Індивідуальні завдання	<i>- год.</i>	<i>год.</i>
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>4 год.</i>	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Основна мета дисципліни полягає в формуванні у майбутніх фахівців сталих знань та вмінь з проектування енергетичних об'єктів та систем, розробки проектної документації для мережеских об'єктів електроенергетики та електричних станцій, вивчення та розрахунок параметрів схем електропостачання споживачів, вивчення методик розрахунку для проектування енергетичних об'єктів, вивчення державної нормативної бази необхідної для виконання та погодження проектної документації.

Завдання вивчення навчальної дисципліни:

- ознайомитися та вивчити державну нормативну базу необхідну для виконання проектних робіт та погодження проектної документації;
- навчитися основам проектування енергетичних об'єктів, визначення необхідних технічних параметрів для проектування, створення технічних завдань, розрахунку та вибору електрообладнання та інше;
- використання сучасних програмних комплексів для проектування та вибору електрообладнання.

Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця.

Дана дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують фахівця в області проектування енергетичних об'єктів АПК.

Інтегровані вимоги до знань та вмінь з навчальної дисципліни.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

Знати:

- нормативні документи для будівництва;
- характеристики електрообладнання споживачів та їх вплив на безпеку та довкілля;
- відповідність електрообладнання стандартам і технічним умовам;
- структури систем електропостачання;
- методи розрахунку енергетичних параметрів об'єктів;
- розподілення електроенергії в електричних мережах;
- способи резервування електричних споживачів;
- електрообладнання розподільних силових пристроїв;
- вимоги до проектування трансформаторної підстанції;
- системи контролю і регулювання електричної мережі;
- основні обмеження в проектуванні силового електрообладнання;
- методи підвищення коефіцієнта потужності енергетичних об'єктів;
- охорону праці на енергетичних об'єктах.

Вміти:

- визначати вплив електрообладнання споживачів та їх вплив на безпеку та довкілля;
- аналізувати взаємозв'язки між споживачами існуючої і проектної системи електропостачання;
- розроблювати схеми підключень енергетичних об'єктів;
- проводити розрахунок та вибір енергетичних параметрів об'єктів;
- вибирати за умовами електрообладнання розподільних силових пристроїв;
- проектувати резервні електричні станції;
- розраховувати та вибирати електрообладнання трансформаторної підстанції;
- контролювати і регулювати споживану потужність;
- використовувати методи підвищення коефіцієнта потужності енергетичних об'єктів для конкретних задач;
- проектувати блискавкозахист і заземлення енергетичних об'єктів АПК.

Набуття компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- Здатність вивчати нормативні документи використовуючи інформаційні технології;

- Здатність використовувати іноземну мову у професійній діяльності;
- Навички комунікації у колективі, команді;
- Здатність до свідомої і відповідальної діяльності.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

- Здатність використовувати спеціалізовані методики розрахунків, вибору обладнання;
- Здатність використовувати отримані знання для виконання професійної діяльності;
- Здатність правильно використовувати електротехнічне обладнання за призначенням з урахуванням технічних вимог;
- Здатність розрізняти не правильні результати розрахунків, вибору обладнання і приймати рішення про необхідні уточнення;
- Здатність розробляти технічні завдання з урахуванням невизначених умов за окремими напрямками проектування.

3.Програма та структура навчальної дисципліни **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1**

Лекція 1. Визначення, норми і правила.

Огляд нормативних документів для будівництва. Електроустановки низької напруги регулюються низкою законодавчих і рекомендаційних актів, а саме встановленими законом нормативами; промислові норми і правила, вимоги, видані професійними установами; технічні умови на виконання робіт; Національні та міжнародні стандарти на установку електроустаткування. Якість і безпека в електроустановках. Стандарти визначають кілька методів забезпечення якості, які відповідають різним ситуаціям, ніж різним рівням якості. Вплив на довкілля. Оптимізована конструкція установки, що враховує робочі умови, розташування підстанцій високої / низької напруги, структуру розподілу (розподільний щит, шинопроводи, кабелі) може істотно знизити навантаження на навколишнє середовище.

Лекція 2. Склад та зміст проектної документації на будівництво.

Проектна документація на будівництво має відповідати положенням законодавства, вимогам містобудівної документації, будівельних норм, стандартів і правил. Оформлення проектної документації здійснюється згідно з нормативними документами комплексу "Система проектної документації для будівництва". Складовими вихідних даних є: містобудівні умови і обмеження забудови земельної ділянки; технічні умови; завдання на проектування; інші вихідні дані. Технічні умови щодо інженерного забезпечення об'єкта будівництва (ТУ) повинні передбачати виключно ті роботи і в тих обсягах, які необхідні для здійснення інженерного забезпечення об'єкта будівництва, що проектується. Категорія складності та клас наслідків (відповідальності) об'єкта будівництва визначається відповідно до вимог ДБН та ДСТУ. Стадії проектування. Положення. Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО), розрахунок (ТЕР). Ескізний проект (ЕП). Проект (П). Робочий проект (РП). Робоча документація (Р).

Лекція 3. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення

У даній лекції розглядається ДБН В.2.5-23:2010 "Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення". Вимоги цих Норм є обов'язковими для юридичних та фізичних осіб – суб'єктів інвестиційної діяльності на території України незалежно від форм власності та відомчої належності. Розподіл електропостачання за категоріями надійності. Розрахункові електричні навантаження. Розрахункове навантаження ліній живлення і вводів. Внутрішні електричні мережі.

Лекція 4. Концепція побудови енергетичної системи.

Використані у науці, техніці і виробництві поняття. Розглядаються ряд використаних у науці, техніці і виробництві терміни і визначення основних понять, які належать до енергетичних систем загального призначення. Структура енергетичної системи. Функціональне розподілення енергії. Аналіз взаємозв'язків між споживачами існуючої і спроектованої систем електропостачання. Аналіз взаємозв'язків припускає визначення і формування вимог електроспоживачів до спроектованої і існуючої СЕП за рівнем напруги,

потужності, надійності, якості електроенергії і є основою формування структури системи електропостачання.

Лекція 5. Розробка структури систем електропостачання

Розробка структури систем електропостачання. Однією з найважливіших задач проектування систем електропостачання є безперервне живлення споживачів електроенергією. Розглядається класифікація основних сільськогосподарських споживачів за категорією надійності електропостачання. Побудова структури СЕП. Розробка необхідної структури СЕП означає також реалізацію вимог електроприймачів і умов їх підключення, які визначають функції мережі і споживачів. Формування структури споживачів електричної енергії.

Лекція 6. Розрахунок електричних навантажень споживачів

Характеристики електрообладнання споживачів. Розрахунок електричних навантажень сільськогосподарських споживачів. Для визначення розрахункової повної потужності, з урахуванням різних за характером навантажень: необхідний попередній етап проектування низьковольтної установки. Визначення розрахункових навантажень електричних мереж. Значення електричних навантажень використовують як вихідні дані для розв'язання всіх основних задач при розрахунку систем електропостачання. Визначення та вибір місця розташування підстанцій. Одна з умов раціонального розташування підстанцій вимагає, щоб вони знаходилися поблизу центру їх електричних навантажень, що скорочує протяжність, а отже, вартість і витрати в живильних та розподільчих мережах. Вибір кількості та потужності силових трансформаторів. Кількість трансформаторів знижуючих підстанцій вибирають з урахуванням вимог щодо забезпечення необхідного ступеня надійності електропостачання споживачів.

Лекція 7. Розподілення електроенергії в системах низької напруги (до 1 кВ)

Розподілення електроенергії в системах низької напруги. У типовій низьковольтній установці розподільчі кола беруть початок від головного низьковольтного розподільного щита (ГРЩ). Від цього щита проводиться живлення навантажень через проміжні або кінцеві розподільчі щити). Місцезнаходження підстанції та головного низьковольтного розподільного щита. Початковою точкою проектування електроустановки та схеми матеріального становища проміжних і кінцевих розподільних щитів є підготовка креслень споруд із зазначенням розташування навантажень і споживаної ними потужності. Типи провалів напруги. Директива ЄС, що стосується питань електромагнітної сумісності, встановлює максимальні рівні випромінювання і мінімальні рівні і для електричних пристроїв і їх компонентів. Резервні джерела електроживлення. Слід зазначити, що при наявності декількох резервних аварійних джерел живлення, вони можуть використовуватися в якості резервних за умови, що в будь який час один з них гарантовано забезпечить живлення захисних і аварійних кіл, а також за умови, що відмова одного з них не вплине на нормальне функціонування інших джерел

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Лекція 8. Проектування розподільних електричних щитів

Проектування розподільних електричних щитів. Розподільчий щит є вузлом передачі електроенергії по окремих колах і є ключовим елементом для забезпечення функціональної надійності. Розподільчий щит має ряд функціональних блоків, кожен з яких включає всі електричні та механічні елементи, об'єднані спільністю режимів роботи. Вибір кабелів і шинопроводів. Правила маркування провідників. Класифікація впливів зовнішніх умов.

Зовнішні умови впливають на визначення і вибір відповідного обладнання і засобів захисту людей.

[Лекція 9. Розрахунок і вибір перерізу проводів напругою 10 кВ](#)

Загальні правила вибору перерізу проводів. Розглядаються додаткові способи розрахунку і вибору перерізу проводів. Вибір проводів слід проводити після того, як визначені всі основні параметри проєктованих мереж. Розрахунок і вибір перерізу проводів повітряної лінії напругою 10 кВ. Вибір перерізів проводів виконується по мінімуму приведених розрахункових витрат (за економічними інтервалами потужності) з перевіркою по допустимій втраті напруги. Методика розрахунку. Розрахунок ведеться за режимом максимального навантаження тільки денного або вечірнього.

[Лекція 10. Проєктування трансформаторної підстанції](#)

Розробка схеми первинних кіл комутації. Електропостачання споживачів, які розташовані на значній відстані від електричних станцій, часто не є можливим і завжди є неекономічним, якщо постачання здійснюється при тій же напрузі, яку виробляють генератори. Для економічної передачі і розподілу електричної енергії потрібно її перетворення (підвищення або зниження напруги). Проєктування розподільних понижуючих підстанцій. Понижуючі підстанції проєктуються відповідно до величини навантаження і типу мережі живлення.

[Лекція 11. Проєктування комунікаційного або інтелектуального силового обладнання](#)

Послуги інтелектуального обладнання у порівнянні з іншими варіантами системи контролю мережі. Мета цього порівняння – допомога у виборі відповідної системи порівняння переваг і недоліків кожної з них. Основні обмеження в проєктуванні комунікаційного або інтелектуального силового обладнання.

[Лекція 12. Охорона праці. Проєктування пристроїв заземлення](#)

Захист від ураження електричним струмом. Автоматичне відключення для системи TT. Автоматичне відключення для системи TN. Захист електричних кіл TN S за допомогою ПЗВ. Автоматичне відключення живлення при другому замиканні в системі IT. Не заземлені еквіпотенціальні приміщення. Захист від замикань на землю.

[Лекція 13. Методи підвищення коефіцієнта потужності](#)

Реактивна енергія та коефіцієнт потужності. Реактивна потужність (точніше кажучи, безактивна складова струму навантаження) не забирає енергії з системи, вона викликає втрати енергії в системах передачі і розподілу енергії через нагрів провідників. Методи підвищення коефіцієнта потужності. Вибір між постійним або автоматично керованим блоком конденсаторів. Вибір місця установки конденсаторних установок. Техніко-економічна оптимізація для існуючої установки.

Лекція 14. Системи гарантованого електропостачання

У разі наявності в будівлі (споруді) електроприймачів критичної групи (ЕКГ) згідно з ДСТУ ІЕС 62040-3 для них повинна виконуватися система гарантованого електропостачання (СГЕ). Проектування, розроблення та технічне обслуговування СГЕ необхідно виконувати комплексно, враховуючи всі елементи, які входять до неї, з взаємопогодженими режимами роботи та максимально можливою уніфікацією. За схемотехнічними рішеннями СГЕ виконують трьома основними способами та поділяють згідно з ДСТУ ІЕС 62040-3 на: розподілену, централізовану та комбіновану (централізовано-змішану) системи. Вибір способу виконання вирішується проектною організацією виходячи з потужності СГЕ, категорії її надійності та вимог замовника.

містових 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.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1												
Лекція 1. Визначення, норми і правила	6	2		2		2						
Лекція 2. Склад та зміст проектної документації на будівництво	6	2		2		2						
Лекція 3. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення	6	2		2		4						
Лекція 4. Концепція побудови енергетичної системи	6	2		2		4						
Лекція 5. Розробка структури систем електропостачання	6	2		2		4						
Лекція 6. Розрахунок електричних навантажень споживачів	6	2		2		4						
Лекція 7. Розподілення електроенергії в системах низької напруги (до 1 кВ)	6	2		2		4						
Разом за змістовим	42	14		14		24						

модулем 1														
Змістовий модуль 2														
Лекція 8. Проектування розподільних електричних щитів	9	2		2			2							
Лекція 9. Розрахунок і вибір перерізу проводів напругою 10 кВ	12	2		2			3							
Лекція 10. Проектування трансформаторної підстанції	8	2		2			5							
Лекція 11. Проектування комунікаційного або інтелектуального силового обладнання	8	2		2			5							
Лекція 12. Охорона праці. Проектування пристроїв заземлення	8	2		2			5							
Лекція 13. Методи підвищення коефіцієнта потужності	12	2		2			5							
Лекція 14. Системи гарантованого електропостачання	12	2		2			5							
Разом за змістовим модулем 2		14		14			30							
Курсовий проект	10													
Разом годин	120	28		28			54							

4. Тема курсової роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проектування енергетичних об'єктів (згідно варіанту)	10
	Разом	10

5. Теми лабораторних занять

№ п/п	НАЗВА ТЕМИ	Обсяг навчальних занять (год.)
		Лаб.роб.
4 семестр		
Лабораторні роботи		
Модуль 1 (14 год)		
1	Розрахунок та вибір перерізу проводів і жил кабелів електричної мережі напругою 0,38 кВ (використання програмного комплексу)	4
2	Розрахунок та вибір низьковольтної пускозахисної апаратури електричної мережі напругою 0,38 кВ (використання програмного комплексу)	4
3	Проектування розподільних електричних щитів напругою 0,38 кВ (використання програмного комплексу)	6
Модуль 2 (14 год)		
4	Проектування трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ (використання програмного комплексу)	4
5	Розрахунок та вибір потужності конденсаторних установок для трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ (використання програмного комплексу)	4
6	Проектування дизельної електростанції, системи гарантованого електроживлення (використання програмного комплексу)	6
	Разом	28

6. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	"Вивчення умовних графічних зображень електрообладнання та проводок на планах"	12
2	"Вивчення складу та змісту проектної документації на будівництво"	12
3	"Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва"	15
4	"Проектування місця розташування головної понижувальної підстанції 35/10 кВ"	15
	Разом	54

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

1. В чому полягає процес вибору перерізу жил проводів шляхом використання методу допустимої втрати напруги?
2. Які необхідні вихідні дані навантаження, для вибору перерізу жил проводів шляхом комп'ютерного розрахунку?
3. Які основні умови перевірки правильності вибору перерізу проводу?









4. В чому полягає відмінність вибору перерізу проводу при розраху^{нку} згідно формул у порівнянні із комп'ютерним розрахунком?
5. Розкажіть послідовність розрахунку та вибору запобіжників для трифазних електричних мереж?
6. Як визначають розрахункове активне навантаження споживачів для трифазних електричних мереж? Що таке номінальна (установлена) потужність електроспоживача?
7. Розкажіть для чого призначений автоматичний вимикач. Напишіть умови їх вибору?
8. Розкажіть призначення запобіжників? Опишіть умови їх вибору.
9. Розкажіть призначення пристроїв захисного вимкнення? Опишіть умови їх вибору.
10. Які існують основні типи розподільних щитів?
11. Які переваги надає дистанційний контроль і управління електроспоживанням через розподільні щити?
12. У яких випадках використовується коефіцієнт одночасності (K_o), а у яких випадках коефіцієнт попиту (K_p)?
13. Опишіть рівняння визначення загального активного навантаження на вводі електроспоживача.
14. Які основні види умовних графічних зображень електрообладнання та проводок існують?
15. Треба знати як розшифровуються умовні графічні позначення.
16. Яким нормативним документом регламентується склад та зміст проектної документації на будівництво? На які сфери застосування документ поширюється?
17. Чим відрізняються «проектна документація», «проект підготовчих робіт» і «проект повторного використання»?
18. Чим відрізняються «реконструкція» від «технічного переоснащення»?
19. Скільки існує стадій проектування? В чому їх особливості?
20. На підставі яких вихідних даних розробляється «Техніко-економічне обґрунтування»?
21. На підставі яких вихідних даних розробляється «Ескізний проект»?
22. На підставі яких вихідних даних розробляється «Проект»?
23. На підставі яких вихідних даних розробляється «Робочий проект»?
24. На підставі яких вихідних даних розробляється «Робоча документація»?
25. На які типи розділяють розподільні електричні щити? Для яких задач вони призначені?
26. Опишіть умови (рівняння) необхідні для розраху^{нку} потужності силових трансформаторів трансформаторних підстанцій.
27. За рахунок чого можна підвищити якість електропостачання споживачів? Опишіть відомі способи.
28. Які фактори впливають на вибір кількості і потужності трансформаторів на підстанції?

29. Коли застосовують одотрансформаторні та двотрансформаторні підстанції?
30. Які рекомендуються до використання коефіцієнти завантаження трансформаторів?
31. Як визначають розрахункову потужність трансформаторної підстанції згідно державних будівельних норм для декількох будівель?
32. Як визначають номінальну потужність трансформаторів?
33. Які необхідні вихідні параметри для визначення номінальної потужності трансформатора у програмі Escodial?
34. На які параметри впливає підвищення, або пониження коефіцієнту потужності?
35. Які переваги та недоліки використання конденсаторних установок?
36. Як визначається максимальне значення реактивної потужності, яку доцільно передавати через трансформатор?
37. Як розраховується необхідна величина реактивної потужності, компенсація якої підвищить коефіцієнт потужності до 0,928 ?
38. Що таке індивідуальна, групова та централізована компенсація реактивної потужності? Їх переваги і недоліки?
39. Чим відрізняються система гарантованого електропостачання і дизельна електростанція? Назвіть переваги і недоліки.
40. Назвіть умови вибору дизельної електростанції.
41. Назвіть умови вибору системи гарантованого електропостачання.
42. Що означають коефіцієнти квтр і квп у рівнянні визначення потужності дизельної електростанції?
43. Які вихідні параметри потрібні для визначення потужності і марки дизельної електростанції або системи гарантованого електропостачання?
44. Які об'єкти відносяться до об'єктів транспортної мережі загальнодержавного рівня?
45. Які об'єкти відносяться до об'єктів транспортної мережі регіонального рівня?
46. Які об'єкти відносяться до об'єктів транспортної мережі енергопостачання?
47. Які об'єкти відносяться до об'єктів транспортної мереж зв'язку?
48. Як виконується прогнозування аварійних ситуацій?
49. Як складається сценарій розвитку аварій?
50. Як співвідносяться між собою категорія складності і клас наслідків?
51. Для чого будують картограму електричних навантажень?
52. Яка послідовність побудови картограми електричних навантажень?
53. Які вимоги до місця розташування головної понижувальної підстанції або розподільного пристрою?

54. Для чого визначають центр електричних навантажень?

55. Яким чином впливає значення коефіцієнту потужності ($\cos\varphi$) на якість проектування енергетичного об'єкту?

8.Тестові завдання

<p>Питання 1. З каталогу вибрати автоматичний вимикач для захисту електричної мережі 380 В, від якої живляться два електродвигуни AIS100LC4K ($P = 4$ кВт, $\eta = 85\%$, $\cos\varphi = 0,84$, $K_I = 7$); AIS90L4 ($P = 1,5$ кВт, $\eta = 78,5\%$, $\cos\varphi = 0,8$, $K_I = 5,3$).</p>
<p>Питання 2. У житлових приміщеннях мідні провідники лінії від поверхових до квартирних щитків і до розрахункового лічильника повинні мати переріз не менше, мм²: Варіанти відповіді: 1) 1,5; 2) 2,5; 3) 4; 4) 6.</p>
<p>Питання 3. Який запис відповідає принциповій електричній схемі? Варіанти відповіді: 1) E1; 2) E7; 3) E5; 4) E3.</p>
<p>Питання 4. За якою формулою визначається струм 3-фазного короткого замикання на шинах 0,4 кВ трансформатора: Варіанти відповіді: 1) $I_k^3 = \frac{U_{л}}{z_{mp}}$; 2) $I_k^3 = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot z_{mp}}$; 3) $I_k^3 = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot (z_{mp} + z_n)}$; 4) $I_k^3 = \frac{U_{л}}{z_{mp} + z_n}$.</p>
<p>Питання 5. З каталогу вибрати переріз проводу Y_nKY для електричної мережі 380 В, від якої живляться три електродвигуни AIS100LC2K ($P = 4$ кВт, $\eta = 87\%$, $\cos\varphi = 0,88$, $K_I = 7,5$); AIS100LA4 ($P = 2,2$ кВт, $\eta = 80\%$, $\cos\varphi = 0,79$, $K_I = 6$); AIS132SA2 ($P = 5,5$ кВт, $\eta = 86\%$, $\cos\varphi = 0,88$, $K_I = 7,5$); Умова прокладання кабелю – ґрунт.</p>
<p>Питання 6. Мінімальна відстань від вимикачів, штепсельних розеток і елементів електроустановок до газопроводів повинна бути: Варіанти відповіді: 1) не менше ніж 0,5 м; 2) 1 м; 3) більше 0,3 м; 4) 0,25 м.</p>
<p>Питання 7. Електропроводки під штукатуркою повинні розташовуватись паралельно архітектурним лініям на відстані: Варіанти відповіді: 1) не більше ніж 150 мм від плит перекриття і не більше ніж 500 мм від підлоги; 2) 200 мм від плит перекриття і 300 мм від підлоги; 3) не більше ніж 300 мм від плит перекриття і не більше ніж 300 мм від підлоги; 4) відстані не регламентуються.</p>
<p>Питання 8. Переведіть 350 кВт у кВА, якщо $\cos\varphi = 0,75$.</p>
<p>Питання 9. Укажіть умовне графічне позначення світильника із розрядною лампою високого тиску на кронштейні для зовнішнього встановлення: Варіанти відповіді: 1) ; 2) ; 3) ; 4) .</p>
<p>Питання 10. При встановленні двох силових трансформаторів на одній РТП потужність трансформаторів рекомендується розподіляти за умовою: Варіанти відповіді: 1) $S_{pT} = \frac{S_p}{4}$; 2) $S_{pT} = 2S_p$; 3) $S_{pT} = \frac{S_p}{2}$; 4) $S_{pT} = 4S_p$.</p>
<p>Питання 11. З каталогу вибрати запобіжники серії ЗР-2 з плавкою вставкою для захисту електричної мережі 380/220 В, від якої живиться трифазна лінія освітлення $P_n = 14$ кВт, $\cos\varphi = 0,92$ та електродвигун серії AIS160MA2 ($P = 11$ кВт, $\eta = 87,5\%$, $\cos\varphi = 0,88$, $K_I = 7,5$).</p>
<p>Питання 12. Укажіть умовне графічне позначення автоматичного вимикача: Варіанти відповіді: 1) ; 2) ; 3) ; 4) .</p>
<p>Питання 13. Скільки примірників робочого проекту (РП) передається замовнику. Варіанти відповіді: 1) - 1; 2) - 2; 3) - 3; 4) - 4.</p>

<p>Питання 14. До складу вихідних даних для виконання проектних робіт належать: <u>Варіанти відповіді:</u> 1) <u>архітектурно-планувальне завдання;</u> 2) <u>технічні умови щодо інженерного забезпечення об'єкта;</u> 3) <u>архітектурно-планувальне завдання, технічні умови щодо інженерного забезпечення об'єкта, завдання на проектування;</u> 4) <u>наказ керівника підприємства, завдання на проектування.</u></p>
<p>Питання 15. За якою формулою визначається струм однофазного короткого замикання:</p> $I_K^1 = \frac{U_\lambda}{z_n}; \quad I_K^1 = \frac{U_\lambda}{z_n + z_{mk}}; \quad I_K^1 = \frac{U_\phi}{z_n + z_{mk}}; \quad I_K^1 = \frac{U_\phi}{z_n}$ <p>Варіанти відповіді: 1) <u>;</u> 2) <u>;</u> 3) <u>;</u> 4) <u>.</u></p>
<p>Питання 16. На якій висоті від рівня підлоги, згідно ДБН, повинні встановлюватися у приміщеннях виробничого призначення штепсельні розетки: <u>Варіанти відповіді:</u> 1) 0,8 .. 1 м; 2) вище 1,5 м; 3) 0,2 .. 0,3 м; 4) на висоті 1,8 м.</p>
<p>Питання 17. Визначити повну розрахункову потужність силового трансформатора споживчої трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ, якщо загальне денне та вечірнє навантаження по ТП складає $\Sigma P_{дтп} = 280$ кВт та $\Sigma P_{втп} = 220$ кВт. Значення $\cos\phi = 0,95$ для денного виробничого навантаження та $\cos\phi = 0,75$ для вечірнього навантаження споживчої трансформаторної підстанції.</p>
<p>Питання 18. Укажіть одну умову при якій прями́й пуск двигунів із КЗ ротором допускається, якщо напруга мережі при цьому знижується: <u>Варіанти відповіді:</u> 1) <u>не більше ніж 15% від номінальної;</u> 2) <u>не більше ніж 2,5..5% від номінальної;</u> 3) <u>не більше ніж 25..30% від номінальної;</u> 4) <u>не більше ніж 5..10% від номінальної.</u></p>
<p>Питання 19. Повне навантаження на шинах 10 кВ РТП знаходять за формулою:</p> $S_p = \frac{\sum P_B}{\cos\phi} \cdot 1,12; \quad S_p = \frac{\sum P_B + \sum Q_B}{\cos\phi}; \quad S_p = \frac{\sum P_B}{\cos\phi}; \quad S_p = \frac{\sqrt{P_B^2 + Q_B^2}}{\cos\phi}$ <p>Варіанти відповіді: 1) <u>;</u> 2) <u>;</u> 3) <u>;</u> 4) <u>.</u></p>
<p>Питання 20. Переведіть 60 кВт у кВА, якщо $\cos\phi = 0,85$.</p>

9. Методи навчання

Дисципліною передбачено проведення лекційних, лабораторних занять та виконання курсового проекту. Методи, що використовуються під час проведення занять: словесні (лекції, дискусії, пояснення), наочні (ілюстрації, демонстрації), практичні методи (досліди, розрахунки, розв'язання задач), навчальна робота під керівництвом викладача – в аудиторіях, курсове проектування під керівництвом викладача, самостійна робота студентів без контролю викладача – самостійна робота в бібліотеках та вдома.

10. Форми контролю

Контроль знань відбувається шляхом виконання модульних контрольних робіт та екзаменаційного тестування.

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи	Рейтинг з додаткової роботи	Рейтинг штрафний R штр	Підсумкова атестація (екзамен)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					

		R _{HP}	R _{DP}		чи залік)	
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Оцінювання студента відбувається згідно з вимог «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» від 20.02.2015 р. протокол № 6 (табл. 1).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90 – 100	Відмінно	Зараховано
74 – 89	Добре	
60 – 73	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання за модулями

Види навчальної діяльності	Розподіл оціночних балів	«Вага» кожного модуля у загальній рейтинговій оцінці, %
Навчальна робота	100	70
Модуль 1	100	35
Лабораторна робота 1	20	
Лабораторна робота 2	20	
Лабораторна робота 3	20	
Самостійна робота 1	5	
Самостійна робота 2	5	
Тест до модуля 1	30	
Модуль 2	100	
Лабораторна робота 4	20	
Лабораторна робота 5	20	
Лабораторна робота 6	20	
Самостійна робота 3	5	
Самостійна робота 4	5	
Тест до модуля 2	30	
Курсовий проект	зараховано	зараховано
Підсумкова атестація	100	30
Екзаменаційний тест	10	x
Співбесіда	20	x

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни **R**_{дис} (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи **R**_{нр} (до 70 балів): **R**_{дис} = **R**_{нр} + **R**_{ат}.

10. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з дисципліни "Основи проектування енергетичних об'єктів АПК" спеціальності "Енергетика та електротехнічні системи в АПК" / А.В. Петренко, С.С. Макаревич // К.: ЦП "Компринт", 2016. – 98 с.
2. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи проектування енергетичних об'єктів" спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / А.В. Петренко, Л.В. Мартинюк // К.: ЦП "Компринт", 2020. – 103 с.

11. Рекомендована література

Основна

1. Основи проектування енергетичних об'єктів АПК / В. В. Козирський, А. В. Петренко, С. С. Макаревич, В. В. Устимчук – К.: ЦП "Компринт", 2016 – 358 с.
2. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Іноземцев Г.Б., Козирський В.В., Лут М.Т., Радько І.П., Синявський О.Ю. – 2-е вид., перероб. і доп. – К., 2014. – 526 с.
3. Проектування систем електропостачання / В.В. Козирський, С.С. Макаревич, А.В. Петренко // К.: ЦП "Компринт", 2015. – 590 с.

Допоміжна

1. Вибір електричних апаратів захисту в мережа до 1000 В : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Буряк В.М., Дейнеко Н.А. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 62 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Науково-методичний центр «Інжиніринг», <http://nmcp.org.ua>
2. Гільдія проєктувальників у будівництві, <http://vugip.org.ua>
3. Проектант, <http://www.proektant.org>
4. * Нормативно-правова база Міністерства розвитку громад та територій України. <https://www.minregion.gov.ua/base-law/>
5. Правила улаштування електроустановок. 2017. - 754 с. Доступ до сайту за інтернет-адресою: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/%D0%9F%D0%A3%D0%95.pdf>
6. [ДБН А.2.2-3:2014](#) Склад та зміст проектної документації на [будівництво](#)

7. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення
8. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення
9. ДБН А.2.2-4-2003 Положення про авторнський нагляд за будівництвом будинків і споруд
10. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві
11. ДБН В.1.2-5:2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів
12. ДБН В.2.5-27-2006 Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд
13. ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ
14. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 Основні вимоги до проектної та робочої документації
15. [ДСТУ Б А.2.4-19:2008](#) Зображення умовні графічні електрообладнання та проводок на планах
16. ДСТУ Б А.2.4-3:2009 Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів
17. ДСТУ Б А.2.4-24:2008 Внутрішнє електричне освітлення. Робочі креслення
18. ДСТУ Б Дю2.4-8-95 Умовні позначення елементів санітарно-технічних систем
19. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 Визначення тривалості будівництва об'єктів
20. ДСТУ Б А.2.4-21:2008 Силове електрообладнання. Робочі креслення
21. ДСТУ Б А.2.4-10:2009 Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів
22. [ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013](#) Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва
23. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД Форматы
24. ІЕС 60038 Стандартні напруги
25. ІЕС 60076-2 Трансформатори силові - Підвищення температури
26. ІЕС 60076-3 Трансформатори силові - Рівні ізоляції і перевірка діелектричних властивостей
27. ІЕС 60076-5 Трансформатори силові - Стійкість до короткого замикання
28. ІЕС 60076-10 Трансформатори силові - Визначення рівнів звуку
29. ІЕС 60146 Перетворювачі напівпровідникові - Загальні вимоги та перетворювачі з лінійної комутацією
30. ІЕС 60255 Реле електричні
31. ІЕС 60265-1 Вимикачі високовольтні - Вимикачі високовольтні на номінальну напругу понад 1 до 52 кВ

32. ІЕС 60269-1 Запобіжники плавкі низьковольтні - Загальні вимоги
33. ІЕС 60269-2 Запобіжники плавкі низьковольтні - Додаткові вимоги до плавких запобіжників, використовуваним некваліфікованим персоналом (Головним чином, побутового та аналогічного призначення).
34. ІЕС 60282-1 Високовольтні плавкі запобіжники - Струмообмежувальним плавкі запобіжники.
35. ІЕС 60287-1-1 Кабелі електричні - Розрахунок номінального струму - Рівняння номінального струму (при 100% коефіцієнті навантаження) і розрахунок втрат. Загальні вимоги.
36. ІЕС 60364 Електричні установки будинків.
37. ІЕС 60364-1 Електричні установки будинків - Основні характеристики
38. ІЕС 60364-4-41 Електричні установки будинків - Заходи щодо забезпечення безпеки - Захист від ураження електричним струмом
39. ІЕС 60364-4-42 Електричні установки будинків - Заходи щодо забезпечення безпеки - Захист від теплових впливів
40. ІЕС 60364-4-43 Електричні установки будинків - Заходи щодо забезпечення безпеки - Захист від надструму
41. ІЕС 60364-4-44 Електричні установки будинків - Заходи щодо забезпечення безпеки - Захист від електромагнітних завад і різких порушень напруги
42. ІЕС 60364-5-51 Електричні установки будинків - Вибір і монтаж електричного обладнання - Загальні правила
43. ІЕС 60364-5-52 Електричні установки будинків - Вибір і монтаж електричного обладнання - Системи проводки
44. ІЕС 60364-5-53 Електричні установки будинків - Вибір і монтаж електричного обладнання - Ізоляція, комутаційна апаратура та механізми управління.
45. ІЕС 60364-5-54 Електричні установки будинків - Вибір і монтаж електричного обладнання - Заземлювальні пристрої
46. ІЕС 60364-5-55 Електричні установки будинків - Вибір і монтаж електричного обладнання - Інше
47. ІЕС 60364-6-61 Електричні установки будинків - Перевірка і тестування - Початкова перевірка
48. ІЕС 60364-7-701 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням. - Приміщення для ванних і душових кімнат
49. ІЕС 60364-7-702 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням. - Плавальні басейни і інші басейни.
50. ІЕС 60364-7-703 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Приміщення, що містять нагрівачі для сауен.

51. ІЕС 60364-7-704 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Установки на будівельних майданчиках і майданчиках по знесенню будівель.
52. ІЕС 60364-7-705 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Електричні установки для сільськогосподарських і садових ділянок.
53. ІЕС 60364-7-706 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Обмежені приміщення з провідними підлогою, стінами та стелею
54. ІЕС 60364-7-707 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Вимоги до заземлення при встановленні обладнання для обробки даних.
55. ІЕС 60364-7-708 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Електричні установки на стоянках для житлових причепів і всередині житлових причепів.
56. ІЕС 60364-7-709 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - шлюпкову гавані і прогулянкові судна
57. ІЕС 60364-7-710 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Медичні приміщення
58. ІЕС 60364-7-711 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Виставки, покази і стенди.
59. ІЕС 60364-7-712 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Системи харчування з використанням фотоелектричних сонячних батарей.
60. ІЕС 60364-7-713 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Меблі
61. ІЕС 60364-7-714 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Зовнішні освітлювальні установки
62. ІЕС 60364-7-715 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Освітлювальні установки наднизької напруги .
63. ІЕС 60364-7-717 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Мобільні або переміщувані установки
64. ІЕС 60364-7-740 Електричні установки будинків - Вимоги до спеціальних установок і особливим приміщенням - Тимчасові електричні установки для конструкцій, засобів розваги та наметів на ярмаркових майданчиках, в парках з атракціонами і цирках.
65. ІЕС 60427 Вимикачі змінного струму високої напруги.
66. ІЕС 60439-1 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Вузли, що піддаються частковим або повним типовим випробуванням.
67. ІЕС 60439-2 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Додаткові вимоги до систем збірних шин (шинопроводам).

68. ІЕС 60439-3 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Додаткові вимоги до комутаційної апаратури і механізмів управління, які встановлюються у місцях, де до них є доступ некваліфікованих осіб. - Розподільні щити.
69. ІЕС 60439-4 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Додаткові вимоги до установок на будівельних майданчиках.
70. ІЕС 60446 Система взаємодії "людина-машина" - Основні принципи і принципи забезпечення безпеки роботи за допомогою маркування та ідентифікації - Колірні і цифрова [ідентифікація](#) проводів.
71. ІЕС 60439-5 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Додаткові вимоги до комплектів, які встановлюються за в громадських місцях на відкритому повітрі - Кабельні розподільчі шафи для розподілу потужності в мережі.
72. ІЕС 60479-1 Впливу струму на людей та домашню худобу - Загальні положення
73. ІЕС 60479-2 Впливу струму на людей та домашню худобу - Спеціальні аспекти
74. ІЕС 60479-3 Впливу струму на людей та домашню худобу - Впливу струму, що проходить через тіло домашньої худоби.
75. ІЕС 60529 Ступені захисту, що забезпечуються корпусами (Код IP)
76. ІЕС 60644 Вставки плавкі запобіжників високої напруги для ланцюгів з двигунами. Технічні умови
77. ІЕС 60664 Координація ізоляції для обладнання в низьковольтних системах.
78. ІЕС 60715 Апарати комутаційні низьковольтні і механізми управління. Стандартизовані розміри для монтажу на напрямних для механічної підтримки електроприладів.
79. ІЕС 60724 Кабелі електричні на номінальну напругу 1 кВ ($U_m = 1,2\text{кВ}$) і 3 кВ ($U_m = 3,6\text{кВ}$). Температурні межі короткого замикання.
80. ІЕС 60755 Пристрої захисні, що працюють за принципом залишкового струму. Загальні вимоги.
81. ІЕС 60787 Вставки плавкі запобіжників високої напруги для ланцюгів з трансформаторами. Керівництво по вибору.
82. ІЕС 60831 Конденсатори шунтуючі силові самовідновлюється типу для систем змінного струму на номінальну напругу до 1000 В включно - Загальні вимоги - Робочі характеристики, випробування і номінальні параметри - Вимоги з безпеки. - Керівництво по установці і експлуатації.
83. ІЕС 60947-1 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Загальні правила
84. ІЕС 60947-2 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Автоматичні вимикачі.
85. ІЕС 60947-3 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Вимикачі, роз'єднувачі, вимикачі-роз'єднувачі та запобіжники-роз'єднувачі.

86. ІЕС 60947-4-1 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Контактори й пускачі електродвигунів. – Електромеханічні контактори й пускачі електродвигунів.
87. ІЕС 60947-6-1 Апаратура комутаційна і механізми управління низьковольтні комплектні - Багатофункціональне обладнання. - Обладнання для автоматичного перемикачання харчування.
88. ІЕС 61000 Електромагнітна сумісність.
89. ІЕС 61140 Захист від ураження електричним струмом. Загальні аспекти, пов'язані з електроустановками та електрообладнанням.
90. ІЕС 61557-1 Мережі електричні розподільні низьковольтні до 1000В змінного струму і 1500В постійного струму. Безпека. - Обладнання для випробування, [вимірювання](#) або контролю засобів захисту. - Загальні вимоги.
91. ІЕС 61557-8 Мережі електричні розподільні низьковольтні до 1000В змінного струму і 1500В постійного струму. Безпека. - Обладнання для випробування, вимірювання або контролю засобів захисту.
92. ІЕС 61557-9 Мережі електричні розподільні низьковольтні до 1000В змінного струму і 1500В постійного струму. Безпека. - Обладнання для випробування вимірювання або контролю засобів захисту в інформаційних системах.
93. ІЕС 61558-2-6 Трансформатори силові, блоки живлення і аналогічна продукція. Безпека. - Додаткові вимоги до ізолюючих трансформаторам безпеки загального призначення.
94. ІЕС 62271-1 Високовольтні комплектні розподільчі пристрої ([КРУ](#)) і механізми управління. Загальні технічні умови і стандарти.
95. ІЕС 62271-100 Високовольтні комплектні розподільчі пристрої (КРУ) і механізми управління - Високовольтні автоматичні вимикачі змінного струму.
96. ІЕС 62271-102 Високовольтні комплектні розподільчі пристрої (КРУ) і механізми управління - Високовольтні роз'єднувачі і заземлювачі змінного струму.
97. ІЕС 62271-105 Високовольтні комплектні розподільчі пристрої (КРУ) і механізми управління - Запобіжники-роз'єднувачі змінного струму.
98. ІЕС 62271-200 Високовольтні комплектні розподільчі пристрої (КРУ) і механізми управління - комплектні розподільчі пристрої змінного струму в металевому кожусі, розраховані на номінальну напругу понад 1 кВ до 52кВ включно.
99. ІЕС 62271-202 Підстанції високого / низького напруги збірні.