

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Ректор НУБіП України
професор В. Ткачук
" " " 2025 р.



**ПРОГРАМА
ДОДАТКОВИХ ВСТУПНИХ ВИПРОБУВАНЬ
з комплексу фахових дисциплін для вступників на освітньо-
наукову програму "Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка" підготовки фахівців PhD доктор філософії
із спеціальності G3 «Електрична інженерія»**

Директор ННІ

Каплун В.В./

Гарант освітньої програми

/Заблодський М.М./

Київ – 2025

ПЕРЕЛІК ТЕМ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ТЕСТУВАННЯ

1.1. ОСНОВИ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ

1. Захист і автоматика електричних мереж низької напруги

Види ушкоджень і виконання захисту мереж низької напруги. Захист плавкими запобіжниками. Автоматичні вимикачі. Захист від однофазних ушкоджень у чотирьохпровідній мережі із глухозаземленою нейтраллю. Обладнання захисного відключення. Обладнання автоматичного включення резерву.

2. Захист і автоматика синхронних генераторів

Ушкодження й ненормальні режими роботи синхронних генераторів. Захист від багатофазних коротких замикань в обмотці статора. Захист від однофазних ушкоджень в обмотці статора. Захист генераторів від замикань на землю в колі порушення.

Способи й обладнання синхронізації генераторів. Системи порушення синхронних генераторів і призначення обладнань автоматичного регулювання порушення.

Особливості захисту й автоматики синхронних компенсаторів.

3. Захист і автоматика трансформаторів

Види ушкоджень і ненормальних режимів роботи трансформаторів. Газовий захист. Струмові й струмові спрямовані захисти трансформаторів від коротких замикань. Диференціальні струмові захисти трансформаторів і особливості їх виконання. Захист трансформаторів плавкими вставками й керованими запобіжниками. Обладнання протиаварійної автоматики трансформаторів.

4. Захист і автоматика електричних двигунів

Види ушкоджень і ненормальних режимів роботи електродвигунів і вимоги до їхніх захистів. Захист високовольтних і низьковольтних синхронних електродвигунів. Система порушення синхронного електродвигуна.

Захист і автоматика двигунів асинхронного типу. Захист і автоматика двигунів постійного струму. Захист електродвигунів за допомогою рідкометалевих самовідновлюваних запобіжників.

Мікропроцесорний релейний захист і автоматика низьковольтних електричних двигунів.

1.2. ЕЛЕКТРИЧНА ЧАСТИНА СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ

1. Виробництво, розподіл і споживання електроенергії.

Улаштування електростанцій

Типи та особливості електростанцій. Режими роботи електростанцій. Енергетичні системи. Системи струму. Номінальна напруга. Приймачі електроенергії і їх режими роботи. Схеми електричних з'єднань електричних станцій та підстанцій. Види схем електричних з'єднань і їх призначення. Схеми основних елементів електричних станцій та підстанцій.

2. Устаткування та улаштування електричних станцій

Основні технічні характеристики синхронних генераторів, їх охолодження, збудження та паралельна робота. Типи і основні технічні характеристики силових трансформаторів і автотрансформаторів, припустимі перевантаження, охолодження, регулювання напруги. паралельна робота і фазування. Вимірювальні трансформатори напруги і струму. Типи вимикачів, їх призначення та характеристики. Ізолятори, шини, силові кабелі. Електричні контакти. Жорсткі контакти. Розмикаючі і ковзаючі контакти. Закриті та відкриті розподільчі пристрої. Схеми електроустановок з двома системами збірних шин. Спрощені схеми електроустановок. Установки постійного оперативного струму. Установки змінного і випрямленого оперативного струму. Схеми вторинних кіл. Типи схем вторинних кіл. Принципові схеми.

3. Власні потреби електричних станцій та підстанцій і організація їх роботи

Структура власних потреб електричних станцій. Електропостачання установок власних потреб електричних станцій. Власні потреби знижуючих підстанцій. Дистанційне керування вимикачами. Сигналізація. Блокування від неправильних операцій з роз'єднувачами. Організація експлуатації на електричних станціях, щити управління, монтажні схеми і маркування.

Види перенапружень та захист електроустановок від перенапружень. Призначення і виконання заземлень.

1.3. ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

1. Призначення електричних мереж

Вимоги до електричних мереж. Класифікація електричних мереж. Лінії електропередачі. Енергосистема. Розвиток мереж. Основні переваги об'єднання енергосистем.

2. Лінії електропередачі

Організація повітряних ліній електропередачі. Конструкція кабельних ліній електропередачі. Лінія електропередачі як довга лінія з розподіленими параметрами. Активна поперечна провідність лінії електропередачі. Індуктивний опір лінії електропередачі. Ємнісна провідність лінії електропередачі. Рівняння робочого режиму лінії електропередачі. Падаючі (прямі) та відбиті (зворотні) хвилі в лінії. Фазова швидкість та довжина хвилі, хвильовий опір, коефіцієнти поширення та відбиття. Характеристики лінії без втрат при різних режимах навантаження. Причини виникнення перехідних процесів в довгих лініях. Однолінійні схеми заміщення із зосередженими параметрами ліній електропередачі. Векторна діаграма робочого режиму лінії електропередачі.

3. Силкові трансформатори та автотрансформатори електричних мереж

Конструктивне виконання силових трансформаторів. Параметри схеми заміщення двообмоткових силових трансформаторів. Однолінійні схеми заміщення триобмоткових силових трансформаторів. Триобмоткові трансформатори із скороченими обмотками. Силкові трансформатори з розщепленими обмотками. Силкові автотрансформатори.

4. Втрати енергії та потужності в електричних мережах

Визначення втрат потужності в лініях електропередачі, силових трансформаторах та автотрансформаторах. Втрати енергії в електричних мережах.

1.4. ФІЗИКА І ТЕХНОЛОГІЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

1. Фізичні принципи фотоелектричного перетворення енергії сонячного випромінювання

Спектральні характеристики сонячного випромінювання. Зонна теорія твердих тіл. Зонні діаграми напівпровідників, металів та діелектриків. Рівень Фермі.

P-n перехід. Утворення та фізичні процеси у p-n переході. Фотовольтаїчний ефект у p-n переході.

2. Рекомбінаційні та оптичні втрати потужності в фотоелектричних перетворювачах

Типи дефектів у напівпровідниках. Процеси рекомбінації носіїв заряду. Дифузійна довжина носіїв заряду.

Затіннення фотоприймальної поверхні контактною сіткою. Просвітлюючі покриття.

3. Омічні втрати потужності в фотоелектричних перетворювачах

Контакт метал-напівпровідник. Омічні і неомічні контакти, вимоги до контактів для ФЕП.

Компоненти послідовного опору ФЕП. Струми розтікання. Конфігурації контактних сіток ФЕП для прямого та концентрованого випромінювання.

4. ВАХ фотоелектричного перетворювача

Схеми заміщення ідеального та реального ФЕП. ВАХ ідеального та реального ФЕП. Режим оптимального навантаження ФЕП, прямокутник максимальної потужності. Фактор заповнення навантажувальної характеристики.

Методи визначення послідовного та шунтуючого опорів з вимірювань темної ВАХ. Визначення втрат в ФЕП з вимірювань навантажувальної характеристики.

5. Модулі фотоелектричних перетворювачів

Модулі неконцентрованого та концентрованого сонячного випромінювання. Концентратори для ФЕП.

2. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

2.1. ОСНОВИ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ

1. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2013. – 533 с.
2. Релейний захист і автоматика в системах електропостачання. / П.П. Говоров, Г.А. Сендерович, В.Ф. Соколов та ін. Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1996. – 288 с.
3. Букович Н.В. Автоматика електроенергетичних систем: Навч. посіб. — К.: ІЗМН, 1998. — 280 с.

2.2. ЕЛЕКТРИЧНА ЧАСТИНА СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ

1. Костишин В.С. Електрична частина станцій та підстанцій. Навчальний посіник /В.С. Костишин, М.Й. Федорів, Я.В. Бацала. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. – 243 с.
2. Правила улаштування електроустановок. – Київ: Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.

2.3. ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

1. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: Підручник. – 2-ге вид. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 488 с.
2. Романюк Ю.Ф. Електричні системи та мережі: Навч. посібник. – Івано Франківськ: Факел, 2004. – 272 с.
3. Розрахунки електричних мереж систем електропостачання: Навч. посібник /Г.Г. Півняк, Н.С. Волотковська, Г.А. Кігель, А.В. Коротун; За ред. Г.Г. Півняка. – К.: ІЗМН, 1998. – 136 с.