

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор



підпис

Михайло
ЗГУРОВСЬКИЙ

28.04.2023

дата

Факультет електроенерготехніки та автоматики

ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки магістра
«Електроенергетика та електромеханіка»

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Програму ухвалено:

Вченою Радою факультету електроенерготехніки та
автоматики

Протокол № 9 від «27» березня 2023 р.

Голова Вченої Ради

Олександр ЯНДУЛЬСЬКИЙ

ВСТУП

Комплексне фахове випробування на підготовку здобувачів освітньо-наукового рівня магістра спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка за освітньою програмою «Електроенергетика та електромеханіка» спрямоване на перевірку відповідності знань та навичок рівню, необхідному для навчання на другому (магістерському) рівні вищої освіти.

Програма комплексного фахового випробування визначає форму організації, зміст та особливості проведення вступного випробування на підготовку здобувачів за освітньо-науковою програмою «Електроенергетика та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Комплексне фахове випробування проводиться в очній або дистанційній формі з використанням технологій дистанційного навчання «Google» та сервісу відеотелефонного зв'язку «GoogleMeet» і «Zoom» з обов'язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту.

Порядок проведення екзамену відповідає «Положенню про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/32>) та «Регламентом проведення семестрового контролю та захистів кваліфікаційних робіт та атестаційних екзаменів в дистанційному режимі» (<https://osvita.kpi.ua/node/148>).

I ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1.1 Перелік освітніх компонентів, розділи яких входять до програми

До програми комплексного фахового випробування включено теоретичні питання з таких освітніх компонентів бакалаврської освітньої програми:

1. Теоретичні основи електротехніки.
2. Електрична частина станцій та підстанцій.
3. Регулювання режимів електричних мереж.
4. Релейний захист електричних систем.
5. Техніка високих напруг.
6. Вітроенергетика.
7. Електричні машини.
8. Електропривод.

1.2 Зміст програми

1.2.1 Тематика, яка виноситься на комплексне фахове випробування з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки»

Пасивні і активні елементи електричного кола і їх параметри. Закони Кірхгофа для напруг і струмів. Залежність між струмами і напругами гілок електричного кола (закон Ома).

Метод контурних струмів. Метод вузлових потенціалів. Принцип накладання (суперпозиції). Еквівалентні перетворення в електричних колах. Метод еквівалентного генератора.

Потужність у колі синусоїдного струму. Коефіцієнт потужності. Потужність у комплексній формі. Баланс комплексних потужностей. Комплексний метод розрахунку електричних кіл. Комплексний опір і провідність. Запис законів Омі і Кірхгофа в комплексній формі.

Розрахунок електричних кіл при послідовному з'єднанні ділянок кола. Розрахунок електричних кіл при паралельному з'єднанні ділянок кола. Розрахунок електричних кіл при змішаному з'єднанні ділянок кола. Розрахунок електричного кола, заснований на перетворенні з'єднання "трикутником" в еквівалентне з'єднання "зіркою".

Параметри індуктивно-зв'язаних елементів. Коефіцієнт магнітного зв'язку. Одноименні полюси індуктивно-зв'язаних елементів.

Резонансний стан електричного кола. Загальна умова резонансу. Резонанс напруг. Резонанс струмів. Практичне значення резонансу в електричних колах. Електричний фільтр.

Симетричні трифазні системи електрорушійних сил (ЕРС) прямої, зворотної і нульової послідовності. Розрахунок трифазних кіл в загальному випадку не симетрії електрорушійних сил (ЕРС) і не симетрії кола. Потужність трифазного кола і її вимірювання.

Початкові умови і закони комутації. Перехідний, усталений і вільний процеси. Класичний метод розрахунку перехідних процесів. Перехідні процеси в колах R-L і R-C.

Характеристики синусоїдальних електрорушійних сил (ЕРС), напруг і струмів. Зображення синусоїдальних електрорушійних сил (ЕРС), напруг і струмів за допомогою обертових векторів. Векторні діаграми. Діючі і середні значення періодичних електрорушійних сил (ЕРС), напруг і струмів.

Електричні кола із розподіленими параметрами. Електричні кола із зосередженими параметрами. Топологічні поняття схеми електричного кола. Граф схеми.

Еквівалентні параметри складного кола змінного струму, яке розглядається в цілому як двополюсник. Схема заміщення двополюсника при заданій частоті.

1.2.2 Тематика, яка виноситься на комплексне фахове випробування з дисципліни «Електрична частина станцій та підстанцій»

Основні параметри і характеристики синхронних генераторів і компенсаторів. Особливості конструкцій. Системи охолодження.

Системи збудження. Їх характеристики, нормування та область застосування. Автоматичне регулювання збудження.

Нормальні режими роботи синхронних генераторів і компенсаторів. Регулювання активного та реактивного навантаження. Способи вмикання синхронних генераторів і компенсаторів у мережу на паралельну роботу.

Силові трансформатори і автотрансформатори. Основні параметри силових трансформаторів і автотрансформаторів. Схеми і групи з'єднання обмоток. Системи охолодження. Авто-трансформатори. Номінальна, прохідна і типова потужність. Коефіцієнт типової потужності.

Навантажувальна спроможність трансформаторів. Теплове старіння ізоляції та її зношення. Систематичні і аварійні перенавантаження.

Комутаційні апарати. Масляні вимикачі. Дугогасильні камери масляного дуття. Застосування багатократного розриву кола. Конструкції бакових і маломасляних вимикачів, їх позитивні якості та недоліки, область застосування.

Повітряні вимикачі. Дугогасильні камери поперечного і повздовжнього дуття повітряного дуття. Зіставлення характеристик повітряних і масляних вимикачів.

Електромагнітні вимикачі. Конструкції і основні характеристики вимикачів. Зіставлення характеристик повітряних, масляних та електромагнітних вимикачів

Вакуумні вимикачі. Конструкції і основні характеристики вимикачів. Особливості гасіння дуги. Зріз струму.

Елегазові вимикачі. Конструкції і основні характеристики. Тиристорні та синхронізовані вимикачі. Конструкції і основні характеристики.

Приводи вимикачів. Конструкції приводів. Основні характеристики. Вимикачі постійного струму. Призначення, конструкції, область застосування.

Вимикаюча спроможність роз'єднувачів. Конструкції роз'єднувачів та їх приводів. Відокремлювачі, вимикачі навантаження і короткозамикачі.

Комутаційні апарати напругою до 1000 В. Рубильники, перемикачі, автоматичні вимикачі, контактори, магнітні пускачі. Плавкі запобіжники напругою до та більше 1000 В. Процес роботи плавкого вимикача при короткому замиканні.

Структурні схеми електростанцій та підстанцій. Загальні принципи побудови електричних схем електроустановок. Структурні та принципові схеми. Вибір схем на основі техніко-економічних розрахунків.

Структурні схеми конденсаційних електростанцій (КЕС). Блочний принцип. Вибір трансформаторів. Схеми на підвищених напругах. Приклади схем. Структурні і принципові схеми атомних електростанцій. Структурні схеми теплоелектроцентралей (ТЕЦ). Особливості технологічного режиму ТЕЦ. Вибір трансформаторів. Електричні схеми на генераторній та підвищеній напрузі. Приклади схем.

Структурні схеми ГЕС і ГАЕС. Особливості технологічного режиму ГЕС і ГАЕС. Приклади схем. Структурні схеми підстанцій. Районні підстанції та їх класифікація.

Електричні схеми розподільчих пристроїв. Вимоги до схем розподільчих пристроїв (РП). Класифікація схем РП. Схеми з одною та двома системами збірних шин. Застосування обхідної системи збірних шин. Секціонування збірних шин. Спрощені схеми, схеми мостиків. Електричні схеми з комутацією приєднань через два вимикача. Схеми 3/2, 4/3. Схеми багатокутників, область застосування різних схем.

Системи і схеми власних потреб електростанцій. Споживачі енергії власних потреб (ВП) електростанцій. Вимоги до надійності електропостачання; структура енергії на власні потреби. Привод механізмів споживачів ВП. Джерела енергії ВП.

Загальні принципи побудови схем електропостачання ВП електростанцій. Системи ВП теплових електростанцій. Склад основних механізмів і їх привод. Схеми ВП конденсаційних і теплофікаційних електростанцій. Приклади схем.

Система ВП атомних електростанцій. Склад основних споживачів. Вимоги до надійності електропостачання. Системи безпеки. Мережі і джерела надійного живлення. Приклади схем. Системи і схеми живлення ВП ГЕС і ГАЕС, їх особливості, приклади. Системи і схеми живлення ВП підстанцій з постійним і змінним оперативним струмом. Приклади схем. Допоможи! джерела енергії, їх призначення, загальні вимоги, умови експлуатації.

Навантажувальна спроможність та стійкість електричних апаратів та провідників. Нагрівання провідників і апаратів. Рівняння теплового балансу. Розрахункові умови і струми.

Процес нагріву провідника. Довготривалі та коротко часові допустимі температури. Вибір провідників і апаратів по умовам довготривалого режиму.

Нагрівання провідників та апаратів при коротких замиканнях (КЗ). Тепловий імпульс. Термічна стійкість провідників і апаратів. Вибір провідників та апаратів по умовам довготривалих режимів. Перевірка провідників та апаратів по умовам короткого замикання. Визначення розрахункових умов КЗ.

1.2.3 Тематика, яка виноситься на комплексне фахове випробування з дисципліни «Регулювання режимів електричних систем»

Регулювання напруги та економічні режими мережі електричних систем. Якість електричної енергії та її характеристики. Відхилення та коливання напруги, причини їх виникнення, граничні величини, їхній вплив на роботу електричних приймачів. Поняття про допустиму втрату напруги в електричній мережі.

Засоби та способи регулювання напруги в електричних мережах енергосистем. Регулювання напруги в мережі шляхом зміни напруги на шинах генераторів, активного та реактивного опору ліній, перерозподілу потоків реактивної потужності в мережі системи. Переваги та недоліки синхронних компенсаторів та батарей статичних конденсаторів (БСК). Поперечна компенсація як засіб регулювання напруги в мережі. Режим роботи БСК для поперечної компенсації. Розрахунок параметрів компенсуючих пристроїв поперечної компенсації. Поздовжня компенсація як засіб регулювання напруги в мережі. Розрахунок параметрів установки поздовжньої компенсації. Вибір місця встановлення в мережі компенсуючих пристроїв поздовжньої та поперечної компенсації.

Трансформаторні засоби регулювання напруги в електричних мережах енергосистеми. Поняття про зустрічне регулювання напруги. Основні задачі, які вирішуються при регулюванні напруги на силових трансформаторах. Схеми регулювання напруги за допомогою авто-трансформаторів. Регулювання напруги за допомогою автотрансформаторів в прямому та реверсивному режимах. Застосування вольтододаткових трансформаторів та вольто-додаткових автотрансформаторів для регулювання напруги в електричних мережах. Поздовжнє та поперечне регулювання напруги за допомогою вольтододаткових трансформаторів.

Баланс активної та реактивної потужності та якість електроенергії в системах. Статичні характеристики навантаження у вигляді функції від частоти. Регулятори швидкості турбін. Статичні та астатичні характеристики регуляторів швидкості. Регулювальний ефект навантаження за частотою. Первинне регулювання частоти, недоліки первинного регулювання. Вторинне регулювання частоти. Регулювання частоти в системі за допомогою блоку не регулюючих та частотної регулюючої станції. Експериментальне визначення навантажувальної, генеруючої та суміщеної статичних частотних характеристик системи.

Розподіл додаткового приросту навантаження між окремими генераторами електростанції. Регулювання частоти в аварійних режимах. Автоматичне частотне розвантаження (АЧР) та система частотного автоматичного повторного включення (ЧАПВ). Принципи організації роботи черг АЧР-I та АЧР-II. АЧР вибіркової дії. Особливості регулювання частоти в об'єднаних електроенергетичних системах.

Дальні електропередачі змінного струму. Основні технічні та економічні проблеми передачі електроенергії на великі відстані. Шляхи, методи та засоби збільшення пропускної здатності та економічності режимів роботи дальніх електропередач.

Хвильові параметри дальніх електропередач (ДЕП). Зарядна потужність та натуральна потужність ДЕП. Розподіл напруги вздовж ДЕП. Основні рівняння ДЕП. Розв'язок основних рівнянь ДЕП. Моделювання режиму ДЕП за допомогою апарату чотириполісників.

Компоненти втрат потужності в ДЕП. Розрахунок режимів ДЕП за умовами початку та кінця. Розрахунок режимів ДЕП за умови фіксації напруги по її кінцях. Графічний аналітичний розрахунок режимів ДЕП за допомогою універсальних діаграм. Використання кругових діаграм потужності для аналізу режимів ДЕП. Загальна характеристика типових режимів ДЕП та їх особливості. Компенсація зарядної потужності ДЕП. Розстановка шунтувальних реакторів вздовж ДЕП. Забезпечення балансу реактивної потужності на кінцевих підстанціях ДЕП.

Пропускна здатність ДЕП. Характеристика потужності електропередачі та її пропускна здатність. Залежність пропускної здатності ДЕП від довжини та хвильових параметрів лінії. Штучні заходи з підвищення пропускної здатності та дальності електропередачі енергії змінним струмом. Передача енергії чвертю хвилі на напівхвилю. Компенсація параметрів та налагодження ДЕП. Розрахунок параметрів пристроїв компенсації та налагодження для збільшення пропускної здатності ДЕП.

1.2.4 Тематика, яка виноситься на комплексне фахове випробування з дисципліни «Релейний захист електричних систем»

Призначення релейного захисту. Основні вимоги до системи релейного захисту. Етапи розвитку. Пошкодження і ненормальні режими в електричній частині енергосистеми. Векторні діаграми коротких замикань.

Інформація, що використовується в процесі функціонування систем релейного захисту, її особливості, характер змін. Загальна структура систем релейного захисту. Джерела оперативного струму. Елементна база приладів релейного захисту.

Вимірювальні трансформатори струму, принципи дії, основні параметри. Схеми з'єднання трансформаторів струму в трифазних системах змінного струму, особливості їх роботи при різних видах КЗ.

Фільтри симетричних складових струму. Робота трансформаторів струму в перехідних режимах. Похибки, схема заміщення, характеристика намагнічування трансформаторів струму.

Вимірювальні трансформатори напруги, принцип дії, основні параметри. Схеми з'єднання. Ємнісні дільники напруги. Фільтри симетричних складових напруги. Похибки, схема заміщення трансформаторів напруги. Пошкодження у вторинних колах вимірювальних трансформаторів напруги і контроль їх працездатності.

Максимальний захист за струмом (МЗС). Принцип дії, розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Максимальний захист за струмом з блокуванням мінімальної напруги.

Відсічка за струмом. Принцип дії, відмінності від МЗС, призначення. Розрахунок параметрів спрацювання. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Сумісне використання відсічки за струмом і МЗС. Відсічка за струмом на лініях з двостороннім живленням.

Направлені максимальні захисти за струмом (МНЗС). Принципи дії, забезпечення селективності. Реле направлення потужності (KW). Схеми включення реле направлення потужності. Поведінка реле направлення потужності в непошкоджених фазах. Характеристики реле направлення потужності. Схеми реалізації МНЗС, переваги та недоліки, область використання.

Поведінка реле направлення потужності в непошкоджених фазах. Характеристики реле направлення потужності. Схеми реалізації МНЗС, переваги та недоліки, область використання.

Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю в мережах з заземленою нейтраллю. Максимальний захист за струмом нульової послідовності. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Максимальний направлений захист за струмом нульової послідовності (МНЗСНП). Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання. Захисти за струмом мереж (ліній) від замикання на землю в мережах з ізолюваною та компенсованою нейтралями. Основні вимоги до захисту. Принципи виконання захистів від замикання на землю в мережах з малими струмами замикання на землю. Трансформатор струму нульової послідовності.

Дистанційні захисти. Призначення і принцип дії. Характеристики витримок часу дистанційних захистів. Елементи дистанційних захистів і їх взаємодія. Характеристика спрацювання реле опору (KZ) в комплексній площині. Блокування дистанційних захистів при коливаннях в електричній системі. Блокування дистанційних захистів при пошкодженні в колах напруги. Розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності дистанційного захисту. Схеми реалізації, переваги та недоліки, область використання.

1.2.5 Тематика, яка виноситься на комплексне фахове випробування з дисципліни «Техніка високих напруг»

Призначення та особливості конструкції прохідних ізоляторів. Профілактичні випробування ізоляторів. Експлуатаційний контроль ізоляторів. Перекриття ізоляторів при забрудненій та зволоженій поверхні, а також під дощем.

Особливості ізоляції для районів із забрудненою атмосферою. Ізоляція силових кабелів високої напруги. Загальні тенденції в застосуванні кабельних ліній високої напруги.

Основні принципи будови кабельної ізоляції. Масло наповнені кабелі. Газонаповнені кабелі. Кабелі з пластмасовою ізоляцією.

Температурний режим кабелю і його вплив на кабельну ізоляцію. Електричне поле одножильного кабелю. Регулювання електричного поля за допомогою градирування. Градирування ізоляції одножильного кабелю.

Ізоляція відкритих розподільних пристроїв. Ізоляція комплектних розподільних пристроїв. Загальна характеристика ізоляції силових трансформаторів. Контроль за станом ізоляції трансформаторів в експлуатації. Загальна характеристика ізоляції силових конденсаторів. Тангенс кута діелектричних втрат.

Старіння ізоляції під впливом часткових розрядів. Роль часткових розрядів в діагностуванні ізоляції електроустановок. Зміна електричної міцності ізоляції в процесі старіння. Розщеплені проводи і екрани. Сферичні і тороїдальні екрани для високовольтних конструкцій.

Блискавка як джерело грозових перенапруг. Електричні характеристики блискавки. Захист підстанцій від прямих ударів блискавки. Блискавковідвід та принцип його дії. Зони захисту блискавковідводів. Конструктивне виконання блискавковідводів. Стрижньові і тросові блискавковідводи.

Захисні апарати та пристрої. Захисні проміжки і трубчасті розрядники. Захисні апарати та пристрої. Загальна характеристика вентильних розрядників та нелінійних обмежувачів перенапруг. Вольт-амперна характеристика нелінійного обмежувача перенапруг.

Загальні принципи блискавкозахисту повітряних ліній електропередачі.

Загальна характеристика високовольтних випробувальних установок. Випробувальні трансформатори та методи випробувань ізоляції напругою промислової частоти. Генератори імпульсних напруг. Генератори імпульсних струмів. Діагностування електроустановок засобами інфрачервоної техніки. Особливості застосування тепловізорів та пірометрів.

1.2.6 Тематика, яка виноситься на комплексне фахове випробування з дисципліни «Вітроенергетика»

Загальна характеристика вітроенергетики. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі. Течія, циркуляція та потенціал швидкості. Теорема Гельмгольца. Критерії подібності.

Визначення аеродинамічних коефіцієнтів. Поляра Лілієнталя. Вісі координат і аеродинамічні коефіцієнти. Центр тиску. Індуктивний опір лопаті. Теорема Н. Є. Жуковського про підйомну силу лопаті.

Системи вітроустановок. Робота поверхні при дії на неї сили вітру. Робота ротора крильчастого вітродвигуна. Підйомна сила циліндра, що обертається (ефект Магнуса). Класифікація вітродвигунів та їх порівняння. Вітродвигуни, що використовують силові властивості потоку. Вітродвигуни, що використовують швидкісні властивості потоку. Вітродвигуни, що використовують комбіновані властивості вітрового потоку.

Теорія ідеального ротора вітродвигунів. Теорія ідеального вітродвигуна за Н.Є. Жуковським. Ідеальний ротор. Коефіцієнт потужності ідеального ротора. Теорія ідеального вітродвигуна за Г. Х. Сабініним. Поняття приєднаних мас.

Теорія реального ротора вітродвигунів. Процеси, що проходять в реальному роторі. Рівняння зв'язку. Сили, що діють на лопать у вітровому потоці. Рівняння зв'язку.

Момент і потужність ротора вітроустановки. Кінцеві втрати. Профільні втрати. Втрати на крутіння струменя за ротором. Втрати від неповного використання площі омаху.

Аеродинамічний розрахунок ротора. Вихідні вимоги розрахунку. Послідовність розрахунку. Розрахунок характеристики ротора вітроустановки. Побудова залежності моменту від модуля швидкохідності. Побудова аеродинамічних залежностей ротора.

Встановлення вітроустановок на вітер. Встановлення за допомогою хвоста та віндроз. Сили, що діють на поверхню хвоста. Аеродинамічні сили на роторі. Встановлення розташуванням ротора за опорою.

Вибір ділянок під будівництво вітроенергетичних установок та станцій. Оцінка виробітку енергії вітроустановкою. Режими вітрового потоку. Вітровий кадастр. Методичні засади вибору площадки під будівництво вітроелектростанцій. Нормативна документація для вибору площадок.

Агрегування вітродвигунів з робочими машинами. Робота вітроустановки з насосним обладнанням. Робота вітроустановки з поршневими насосами. Робота вітроустановки з відцентровими насосами.

Вітроелектричні установки. Тема Вітроелектричні установки постійного струму. Процес самозбудження. Робота генератора на зарядку акумуляторної батареї. Робота генератора в буферному режимі з акумуляторною батареєю. Наближений розрахунок ємкості акумулятора.

Вітроелектричні установки змінного струму. Установки з синхронними генераторами. Установки з асинхронними генераторами. Вимоги електрообладнання вітроелектростанцій.

1.2.7 Тематика, яка виноситься на комплексне фахове випробування з дисципліни «Електричні машини»

Конструкція та принцип дії силових трансформаторів. Схеми та групи з'єднання обмоток трансформаторів. Основні рівняння та схеми заміщення трансформатора. Врахування втрат в сталі. Досліди холостого ходу та короткого замикання. Векторна та енергетична діаграми трансформатора. Зовнішня характеристика та ККД. Паралельна робота трансформаторів. ЕРС обмоток машин змінного струму. ЕРС від вищих гармонік магнітного поля. Поліпшення форми кривої ЕРС.

Принципи побудови та основні типи обмоток машин змінного струму. Види магнітних полів в електричних машинах. Головні індуктивні опори обмоток. Індуктивні опори розсіювання обмоток.

Конструкція та принцип дії асинхронних машин. Рівняння МРС та рівняння напруг асинхронних машин. Схеми заміщення асинхронних машин. Енергетична діаграма, енергетичні співвідношення та векторні діаграми асинхронних машин.

Способи пуску та регулювання частоти обертання асинхронних двигунів з короткозамкненим та фазним ротором.

Конструкція та принцип дії синхронних машин. Реакція якоря синхронних машин. Індуктивні опори реакції якоря. Рівняння напруг та векторні діаграми напруг синхронних машин. Характеристики синхронних генераторів при автономній роботі.

Паралельна робота синхронних машин. Кутові характеристики активної потужності синхронних машин. Статична стійкість. Регулювання реактивної потужності синхронних машин. Кутові характеристики реактивної потужності. Синхронні двигуни. Способи пуску синхронних двигунів.

Конструкція машин постійного струму. Загальні відомості про якірні обмотки машин постійного струму. Умови симетрії обмоток. Типи обмоток машин постійного струму. ЕРС якоря та електромагнітний момент машин постійного струму. Реакція якоря машин постійного струму.

Двигуни постійного струму. Рівняння обертових моментів та напруги. Пуск двигунів постійного струму. Робочі та механічні характеристики двигунів постійного струму. Способи регулювання частоти обертання.

1.2.8 Тематика, яка виноситься на комплексне фахове випробування з дисципліни «Електропривод»

Види електропривода. Основні функції та координати керування електропривода. Визначення та склад електропривода згідно до стандарту. Місце електропривода в структурі електромеханічної системи.

Механіка електропривода. Типові статичні навантаження електропривода. Склад моментів, які діють на механічну частину. Статичні моменти та моменти корисного навантаження.

Механічна характеристика механізму. Види статичних моментів. Урахування втрат в елементах кінематичного ланцюга. Загальна форма запису диференційних рівнянь у вигляді рівняння Лагранжа 2-го роду. Рівняння руху та структурна схема одномасової розрахункової схеми.

Електромеханічне перетворення енергії та електромеханічні властивості двигунів. Електромеханічні властивості двигунів постійного струму. Види двигунів постійного струму. Структурна схема електромеханічного перетворювача. Режими роботи перетворювача енергії. Переваги та недоліки двигунів постійного струму. Види двигунів у залежності від виконання системи збудження.

Електромеханічні властивості двигунів постійного струму з незалежним збудженням. Паспортні дані. Схема увімкнення. Рівняння електромеханічної та механічної характеристики. Природна та штучні механічні характеристики.

Керування швидкістю двигунів постійного струму з незалежним збудженням за рахунок зміни напруги якоря, магнітного потоку та зміни електричного опору кола якоря. Переваги та недоліки.

Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування двигуна постійного струму з незалежним збудженням. Способи зміни напрямку руху, їх переваги та недоліки. Види гальмування двигуна, їх переваги та недоліки. Механічні характеристики двигуна в гальмівних режимах. Керування величиною моменту гальмування. Способи пуску. За датчик інтенсивності.

Електромеханічні властивості двигунів змінного струму. Електромеханічні властивості асинхронного двигуна. Переваги та недоліки двигуна. Види двигунів. Паспортні дані. Схеми увімкнення обмотки статора. Схема заміщення фази двигуна. Основні математичні залежності. Ковзання двигуна. Природна механічна та електромеханічна характеристика, її характерні точки.

Штучні механічні характеристики асинхронного двигуна та способи керування швидкістю. Механічні характеристики асинхронного двигуна та способи керування швидкістю за рахунок зміни амплітуди, частоти напруги живлення, електричного опору кола ротора, зміни числа пар полюсів.

Зміна напрямку руху, пуск та режими гальмування асинхронного двигуна. Спосіб зміни напрямку руху двигуна та відповідні механічні характеристики. Пуск двигуна з короткозамкнутим ротором та фазним ротором. Види гальмування асинхронного двигуна, переваги та недоліки. Механічні характеристики та способи керування величиною гальмівного моменту.

1.3 Допоміжні матеріали для складання комплексного фахового випробування

Під час складання комплексного фахового випробування заборонено використання допоміжної літератури та інших допоміжних матеріалів та засобів.

1.4 Опис завдання комплексного фахового випробування

На комплексному фаховому випробуванні вступники виконують письмову екзаменаційну роботу за індивідуальними варіантами. Тривалість комплексного фахового випробування становить 1 годину 30 хвилин.

Кожен варіант завдання містить два теоретичні питання:

- перше питання за освітнім компонентом «Теоретичні основи електротехніки»;
- друге питання за освітнім компонентом «Електрична частина станцій та підстанцій», або за освітнім компонентом «Регулювання режимів електричних систем», або за освітнім компонентом «Релейний захист електричних систем», або за освітнім компонентом «Техніка високих напруг» або за освітнім компонентом «Вітроенергетика» або за освітнім компонентом «Електричні машини» або за освітнім компонентом «Електропривод».

1.5 Критерії оцінювання комплексного фахового випробування

Рейтингову систему оцінювання комплексного атестаційного екзамену складено відповідно до вимог чинної редакції «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/37>).

У письмовій відповіді на теоретичні питання комплексного фахового випробування вступник має продемонструвати знання теорії дисципліни, понятійно-категоріального апарату, термінології, принципів предметної області дисципліни. Відповіді вступник повинен викладати чітко, логічно та послідовно.

У відповідях на теоретичні завданнях екзаменаційного білета оцінюють:

- повноту розкриття питання;
- уміння чітко формулювати визначення понять/термінів та пояснювати їх;
- здатність аргументувати відповідь;
- аналітичні міркування, порівняння, формулювання висновків;
- акуратність оформлення письмової роботи.

Відповідь на питання № 1 та № 2 екзаменаційного білету оцінюється максимально у 50 балів. Критерії оцінювання відповіді на питання екзаменаційного білету є такими:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 45...50 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 38...44 бали;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 30...37 бали;
- незадовільна відповідь (не відповідає вищезазначеним вимогам) – 0 балів.

Загальний бал вступника за комплексне фахове випробування визначається як сума балів, отриманих вступником за відповідь на кожне з питань екзаменаційного білету.

З метою обчислення конкурсного балу вступника в Єдиній державній електронній базі з питань освіти сумарний бал, отриманий вступником за РСО (60...100 балів), має бути переведений на бали шкали ЄДЕБО (100...200 балів) згідно з Таблицею відповідності:

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

1.6 Приклад типового завдання комплексного фахового випробування

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) рівень

Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма – «Електроенергетика та електромеханіка»

*Комплексне фахове випробування для вступу на освітньо-наукову програму
підготовки магістра*

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Схема заміщення двополюсника при заданій частоті.
2. Максимальний захист за струмом – принцип дії, розрахунок параметрів спрацювання, побудова карти селективності.

Затверджено на засіданні Вченої Ради факультету електроенерготехніки та автоматики
Протокол № 9 від «27» березня 2023 р.

Гарант освітньо-наукової програми

«Електроенергетика та електромеханіка»

_____ Микола ОСТРОВЕРХОВ

II ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Порядок проведення комплексного фахового випробування

Комплексне фахове випробування проводиться в очній або дистанційній формі з використанням технологій дистанційного навчання «Google» та сервісу відеотелефонного зв'язку «GoogleMeet» із обов'язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту.

Порядок проведення екзамену відповідає «Положенню про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/32>) та «Регламентам проведення семестрового контролю та захистів кваліфікаційних робіт та атестаційних екзаменів в дистанційному режимі» (<https://osvita.kpi.ua/node/148>).

Фахове випробування складається вступниками згідно із затвердженим розкладом. Відхилення від розкладу випробувань неприпустимо.

У разі проведення випробування в дистанційній формі посилення на відеоконференцію для проведення комплексного фахового випробування створюється напередодні та розсилається всім учасникам (екзаменаторам та вступникам) через відповідні інформаційні канали – електронну пошту, мережі «Viber», «Telegram».

Екзаменаційна комісія зобов'язана забезпечити надійну ідентифікацію (встановлення особи) вступника. В іншому разі, вступник вважається таким, що не з'явився на фахове випробування. Ідентифікація вступника може здійснюватися, наприклад, шляхом демонстрації екзаменаторові через засоби відеозв'язку свого паспорту або іншого документу, що посвідчує особу.

На комплексному фаховому випробуванні вступники виконують письмову контрольну роботу. Номери індивідуальних екзаменаційних білетів розподіляються між вступниками в через сервер випадкових чисел і оголошуються за списком вступників через засоби відеозв'язку.

Для уникнення завчасної підготовки відповідей вступниками порядок проведення комплексного фахового випробування передбачає написання на кожному аркуші екзаменаційної роботи певного кодового слова, яке вступникам повідомляють під час проведення випробування.

Загальний час, який виділяється на рукописне виконання завдань екзаменаційного білету, складає 1 годину 30 хвилин. Час початку та час завершення випробування оголошується екзаменатором. Протягом всього часу підготовки відповідей на питання екзаменаційного білету у здобувача має бути постійно увімкнена камера пристрою, за допомогою якого здійснюється відеозв'язок із екзаменатором.

За 3...5 хвилин до закінчення випробування вступник повинен підписати кожний аркуш своєї екзаменаційної роботи, зробити їх фотокопію та переслати її до встановленого часу на електронну пошту екзаменаційної комісії або в інший встановлений екзаменаційною комісією спосіб (мережі «Viber», «Telegram»).

Після отримання всіх фотокопій письмових робіт екзаменаційна комісія розпочинає їх перевірку. Оцінювання робіт здійснюється відповідно до рейтингової системи оцінювання (п. 1.5).

ЛІТЕРАТУРА

1. Теоретичні основи електротехніки: Т. 1. Підручник студ. електротех. спец. ВНЗ / В.С. Бойко [та ін.]; за ред. І. М. Чиженка, В. С. Бойка. НТУУ "КПІ". – Київ: Політехніка, 2004. – 272 с.
2. Теоретичні основи електротехніки: Т. 2. Підручник студ. електротех. спец. ВНЗ / В. С. Бойко [та ін.]; за ред. І. М. Чиженка, В. С. Бойка. НТУУ "КПІ". – Київ: Політехніка, 2008. – 224 с.
3. Теоретичні основи електротехніки: Т. 3. Підручник студ. електротех. спец. ВНЗ / В.С. Бойко [та ін.]; за ред. І. М. Чиженка, В. С. Бойка. НТУУ "КПІ". – Київ: Політехніка, 2013. – 241 с.
4. Проектування електричної частини електричних станцій та підстанцій. Частина 1: навч. посіб. / Укл.: Є. І. Бардик, П. Л. Денисюк, Ю. В. Безбереж'єв. / – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 105 с.
5. Проектування електричної частини електричних станцій та підстанцій. Частина 2: навч. посіб. / Укл.: Є. І. Бардик, П. Л. Денисюк, Ю. В. Безбереж'єв. / – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 82 с.
6. Проектування електричної частини електричних станцій та підстанцій. Частина 1: навч. посіб. / Укл.: Денисюк П. Л., Безбереж'єв Ю. В., Філатов О. Г. / – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 103 с.
7. Кацадзе Т. Л. Електричні системи і мережі. Розрахунок та аналіз усталених режимів електроенергетичних систем: Навчальний посібник / Т. Л. Кацадзе, В. В. Кирик. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 212 с.
8. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронне видання]: навч. посіб. / О. С. Яндульський, О. О. Дмитренко; під загальною редакцією д.т.н. О. С. Яндульського. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 102 с.
9. Бржезицький В. О., Ісакова А. В., Рудаков В. В. та ін.. Техніка і електрофізика високих напруг: навч. посіб. / За ред. В. О. Бржезицького та В. М. Михайлова. – Харків: НТУ "ХПІ" – Торнадо, 2005. – 930 с.
10. Вітроенергетика [Електронний ресурс] :навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка» / Головка В. М.. – Електронні
11. Андрієнко В. М., Куєвда В. П. Електричні машини: навч. посіб. – К.: НУХТ, 2010. – 366 с.
12. Електропривод: Механіка електроприводу. Електромеханічне перетворення енергії та електромеханічні властивості двигунів постійного струму: [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / уклад.: В. М. Пижов, Н. Д. Красношопка, М. Я. Островерхов. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,48 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 198 с.
13. Видмиш А. А., Ярошенко Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1 / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.

Розробники програми:

Доцент кафедри відновлюваної енергетики



Євген БАРДИК

Завідувач кафедри відновлюваних джерел енергії



Василь БУДЬКО

В.о. завідувача кафедри електричних мереж та систем



Валерій КИРИК

В.о. завідувача кафедри автоматизації енергосистем



Анатолій МАРЧЕНКО

Завідувач кафедри теоретичної електротехніки



Микола ОСТРОВЕРХОВ

В. о. завідувача кафедри електромеханіки



Вадим ЧУМАК

Завідувач кафедри автоматизації



електромеханічних систем та електроприводу

Сергій КОВБАСА

Програму рекомендовано:

кафедрою відновлюваних джерел енергії

Протокол № 7 від «23» березня 2023 р.

Завідувач кафедри



Василь БУДЬКО

кафедрою електричних мереж і систем

Протокол № 9 від «13» березня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри



Валерій КИРИК

кафедрою автоматизації енергосистем

Протокол № 7 від «20» лютого 2023 р.

В.о. завідувача кафедри



Анатолій МАРЧЕНКО

кафедрою теоретичної електротехніки

Протокол № 6 від «15» лютого 2023 р.

Завідувач кафедри



Микола ОСТРОВЕРХОВ

кафедрою електромеханіки

Протокол № 7 від «07» березня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри



Вадим ЧУМАК

кафедрою автоматизації

електромеханічних систем та електроприводу

Протокол № 10 від «22» березня 2023 р.

Завідувач кафедри



Сергій КОВБАСА