



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор
Національного університету
«Чернігівська політехніка»
_____ О. Новомлинець

«____» _____ 2025 р.

ПРОГРАМА

вступних іспитів для аспірантів

Освітньо-наукова програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти – 3-й освітньо-науковий

Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність G3 – Електрична інженерія

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
Електричної інженерії та інформаційно-
вимірjuвальних технологій

Протокол №1 від 23 січня 2025 року

Вступ

Мета освітньо-наукової програми – забезпечити на основі ступеня магістра підготовку наукових і науково-педагогічних кадрів у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки шляхом набуття ними компетентностей, достатніх для виконання оригінальних наукових досліджень, результати яких мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення, а також їх підтримку при підготовці та захисті дисертації.

Орієнтація освітньої програми. Освітньо-наукова програма, спрямована на актуальні аспекти спеціальності "Електрична інженерія", по завершенню якої можлива подальша наукова та/або викладацька кар'єра. Наукові дослідження зі створення нових принципів, методів та технологій побудови ефективних електроенергетичних, електротехнічних і електромеханічних комплексів, що матимуть широке практичне застосування.

Особливості програми. Освітня складова програми реалізується упродовж 8-и семестрів, тривалістю 60 кредитів з використанням спеціалізованих програмних пакетів, методів математичного моделювання. Освітній процес передбачає отримання глибоких теоретичних знань та практичних навичок експериментаторів. Програма забезпечується дисциплінами у відповідних циклах, які передбачають загальну підготовку, знання за обраною спеціальністю, дисципліни за вільним вибором здобувача вищої освіти та педагогічну практику. Наприкінці навчання передбачено захист дисертації.

Метою вступного випробування є з'ясування рівня знань абітурієнтів зі спеціальності «Електрична інженерія».

Структура: фахове вступне випробування включає теми з теоретичних основ електротехніки, електричних машин і апаратів, електротехнічних комплексів та систем, електричних станцій, мереж та систем, напівпровідникових перетворювачів електроенергії. Білет складається з трьох теоретичних питань.

Вимоги до професійного відбору

а) Вимоги до загальних компетентностей абітурієнтів:

1. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
2. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
3. Здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.
4. Здатність приймати обґрунтовані рішення;
5. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
6. Здатність працювати автономно та в команді.
7. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням.
8. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня.
9. Здатність до ініціативності, відповідальності та навичок до превентивного і аварійного планування, управління заходами безпеки професійної діяльності, уміння приймати рішення у складних та непередбачуваних ситуаціях.

б) вимоги до спеціальних компетенцій абітурієнтів:

1. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

2. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

3. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

4. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

5. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

6. Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ЗМІСТ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Теоретична електротехніка

Електричні і електронні кола в системах передачі і перетворення енергії і інформації. Класифікація кіл і їх елементів. Багатофазні кола. Розрахунок симетричних і несиметричних трифазних кіл. Електричні кола з негармонічними напругами і струмами. Гармонічний аналіз періодичних функцій. Діюче значення і потужність. Сигнали і їх спектри. Спектральна густина. Перетворення сигналів лінійними системами. Елементи теорії фільтрів. Реактивні фільтри. Безіндукційні фільтри. Частотні характеристики і методи їх розрахунку. Перехідні процеси в лінійних колах. Аналіз динамічних процесів в часовій області. Класичний метод. Особливості розрахунку при наявності ємнісних контурів та індуктивних перерізів. Застосування перетворень Лапласа і Фур'є для розрахунку перехідних процесів. Наближені і числові методи спектрального аналізу. Зв'язок перехідних і частотних характеристик. Кола з розподіленими параметрами. Основні рівняння довгих ліній і їх розв'язок для усталених синусоїдних коливань. Перехідні процеси в колах з розподіленими параметрами. Усталені процеси в нелінійних колах. Методи розрахунку нелінійних електричних і магнітних кіл при постійних струмах і напругах. Особливості нелінійних кіл змінного струму і методи їх розрахунку. Аналіз усталених процесів в нелінійних колах змінного струму. Формування та чисельні методи розв'язку алгебраїчних рівнянь нелінійних резистивних електричних кіл. Перехідні процеси в нелінійних колах. Основні методи аналізу. Асимптотичні методи. Метод збурення. Метод гармонічного балансу і частотні властивості нелінійних кіл. Фазова площа. Метод змінних стану. Чисельні методи розв'язку нелінійних рівнянь стану. Методи неявного інтегрування. Дискретні моделі нелінійних реактивних елементів і їх застосування для розрахунку динамічних процесів.

Основні вектори і основні рівняння електромагнітного поля. Системи рівнянь Максвелла. Електродинамічні потенціали. Енергія. Теорема Умова-Пойнтінга. Теорема Гауса. Статичні поля. Основні рівняння електричного і магнітного статичного поля. Краєві задачі і методи їх розв'язку. Метод конформних перетворень і метод розділення змінних. Чисельні методи розв'язку краєвих задач: метод сіток, метод кінцевих елементів. Стаціонарні електричні і магнітні поля. Основні рівняння поля. Диференційна форма законів Ома, Ленца-Джоуля, Кірхгофа. Змінне електромагнітне поле в провідному середовищі. Хвилі в провідних середовищах. Поверхневий ефект. Моделювання змінних полів в провідних середовищах. Електромагнітні хвилі і випромінювання. Хвильове рівняння і його розв'язок. Хвилі в просторі, обмеженому провідними границями. Хвилеводи і резонатори. Типи хвиль. Фазова і групова швидкість. Рівняння Даламбера. Випромінювання квантових генераторів. Електромагнітні поля в реальних діелектриках, феромагнетиках і анізотропних середовищах. Чисельні методи розрахунку нестационарних полів. Електромагнітні поля в рухомих середовищах. Основні рівняння магнітної гідродинаміки.

2. Електричні машини й апарати

Принцип дії машин постійного струму. Електромеханічні і механічні характеристики двигунів постійного струму незалежного збудження та визначення параметрів за даними каталогу. Гальмівні режими роботи двигунів постійного струму незалежного збудження, способи регулювання швидкості.

Принцип дії асинхронної машини. Асинхронні двигуни у нерегульованому електроприводі. Характеристики асинхронних двигунів з фазним ротором. Механічні характеристики асинхронних двигунів з фазним ротором, гальмівні режими (режим рекуперативного гальмування, гальмування у режимі проти включення, динамічне гальмування). Основні методи регулювання швидкості асинхронних двигунів з фазним ротором. Особливості роботи асинхронних двигунів з короткозамкнутим ротором.

Механічні характеристики і регулювання швидкості синхронного двигуна, способи запуску, гальмівні режими.

Багаторівнева структура електропривода. Частотно-регульований електропривод. Асинхронний електропривод з фазовим керуванням. Електропривод за схемами "Вентильний двигун", Вентильно-індукторний двигун, тиристорний перетворювач - двигун постійного струму. Перетворювачі на керованих електронних приладах. Основні функції і структури автоматичного управління електроприводом. Типові, функціональні схеми і типові системи, що здійснюють автоматичний пуск, стабілізацію швидкості, реверс і зупинку електродвигунів. Давачі систем електроприводу. Векторне керування. Нечіткі системи керування електроприводом. Тенденції розвитку сучасного електропривода. Структурні схеми основних систем електропривода. Перехідні процеси двигунів з лінійною характеристикою. Перехідні процеси при запуску і гальмуванні. Замкнута система управління електроприводом з підсумовуванням сигналів. Система підпорядкованого регулювання координат. Формування оптимальних управляючих впливів.

Принципи роботи й головні конструктивні елементи трансформаторів. Магнітні системи і способи з'єднань обмоток трифазних трансформаторів. Холостий хід трифазного трансформатора, коротке замикання, робота під навантаженням, паралельна робота трансформаторів, перехідні режими роботи, спеціальні типи трансформаторів.

3 Електротехнічні комплекси та системи

Вимоги до систем електропостачання загального призначення. Основні характеристики електроприймачів. Режими роботи електроприймачів. Принципи побудови систем електропостачання. Методи оптимізації систем електропостачання, критерії оптимізації. Характерні схеми електричних систем електропостачання. Вибір напруги в системах електропостачання (по галузях). Скорочення числа трансформації, вибір кількості трансформаторів. Блукаючі струми і корозія підземних споруд. Захист від блукаючих струмів.

Оцінювання струмів короткого замикання, вибір параметрів електричних апаратів захисту та передаючих елементів. Принципи автоматичного повторного включення. Якість електричної енергії. Вплив якості електроенергії на споживання електроенергії і на продуктивність механізмів і агрегатів (по галузях). Електромагнітна сумісність приймачів електричної енергії з мережею живлення.

Основні чисельні оцінки режимів роботи систем електропостачання, методи оцінювання електричного навантаження за тривалим нагрівом. Оцінювання параметрів ненормальних режимів роботи систем електропостачання. Технічні засоби регулювання напруги. Централізоване регулювання напруги. Залежність відхилення напруги від характеристик системи електропостачання.

Компенсація реактивної потужності в системах електропостачання. Конденсатор як джерело реактивної потужності. Конденсаторні установки. Розрахунок джерел реактивної потужності великого підприємства. Розрахунок потужності компенсуючого пасивного пристрою.

Показники якості електричної енергії в системах електропостачання. Відхилення напруги. Коливання напруги. Відхилення частоти. Несинусоїдальність напруги. Джерела вищих гармонік. Асиметрія напруги. Провали напруги. Тимчасова перенапруга.

Облік електроенергії в електричних системах. Аналіз похибок при вимірюванні величин споживаної електроенергії. Вимірювальні трансформатори. Трансформатори напруги. Трансформатори струму.

Автоматизовані системи контролю та управління електроспоживанням. Енергозбереження і енергоаудит в системах електропостачання. Організаційні заходи економії електроенергії. Технічні заходи економії електроенергії. Правові заходи економії електроенергії.

Основні технології перетворення відновлювальних видів енергії. Загальна характеристика відновлювальних джерел енергії. Сонячні силові установки. Використання енергії хвиль. Застосування вітроенергетичних установок.

4. Електричні станції, мережі і системи

Електроенергетичні системи. Основні поняття і визначення. Електричні станції, електричні мережі, споживачі електричної енергії як елементи

електроенергетичної системи (ЕЕС). Системний підхід і великі системи. Ієрархічна будова ЕЕС. Організація управління ЕЕС. Сучасні автоматизовані системи диспетчерського управління. Електротехнічні задачі розв'язувані для диспетчерського управління режимами ЕЕС.

Методи прогнозування розвитку енергетики. Моделі оптимального розвитку енергосистем. Основні типи задач розвитку енергосистем. Методи визначення розрахункових електричних навантажень промислових підприємств міст і сільського господарства. Розміщення електростанцій. Оптимізація структури мереж. Особливості оптимізації ЕЕС. Графік електричних навантажень. Участь електростанцій в покритті графіків навантажень. Вибір оптимального складу агрегатів.

Класифікація електричних мереж. Відомості про умови роботи та конструктивне виконання ліній електричних мереж. Режими заземлення нейтралей в мережах різної напруги. Елементи електричної мережі, їх характеристики і параметри схем заміщення.

Аналіз сталих режимів електричних мереж. Методи вузлових напруг і контурних струмів. Нелінійні рівняння сталого режиму. Розрахунки режимів складних електричних мереж чисельними методами.

Елементи проектування електричних мереж. Основи техніко-економічних розрахунків електричних мереж. Вибір перерізів провідників. Вибір схем побудови мереж.

Випадкові події в електроенергетиці. Використання математичної статистики в електроенергетиці. Випадкові процеси в електроенергетиці, поняття про простий стаціонарний процес. Елементи теорії масового обслуговування. Метод Монте-Карло, застосований до електроенергетичних задач. Методи обробки результатів експериментів і їх планування.

Основи теорії стійкості. Алгебраїчні критерії стійкості. Частотні критерії стійкості. Виділення областей стійкості.

Основи лінійного математичного програмування. Метод невизначених множників Лагранжа. Використання градієнтних методів і методів пошуку для вирішення задач нелінійного програмування. Числові методи розв'язку задач нелінійного програмування. Умовна оптимізація, метод штрафних функцій. Методи розв'язку дискретних задач оптимізації. Динамічне програмування. Оптимізація за кількома критеріями.

Задачі управління енергетичною системою і її елементами. Основні положення теорії інформації. Якісна і кількісна сторони (аспекти) інформації. Принципи побудови інформаційно-керуючих систем. Релейний захист електроенергетичних систем; функції, властивості і принципи дії, засоби реалізації. Захист електричних мереж. Захист синхронних генераторів, трансформаторів і шин електростанцій і підстанцій. Первинні вимірювальні перетворювачі для пристроїв захисту і автоматики і особливості їх роботи в сталих і перехідних режимах. Функціональна надійність пристроїв захисту і автоматики.

5. Напівпровідникові перетворювачі електроенергії

Випрямлячі. Класифікація. Мостові та напівмостові схеми випрямлення. Одно та двох напівперіодні схеми. Випрямлячі однофазні та багатофазні. Особливості

роботи на R- навантаження. Часові діаграми. Розрахунок співвідношень, зв'язуючи випрямлене напруження з діючим значенням е.р.с вхідної напруги.

Імпульсні перетворювачі. Понижуючі перетворювачі. Підвищуючі перетворювачі. Перетворювачі на основі квазі-резонансу. Імпульсні стабілізатори напруги. Імпульсний спосіб регулювання напруги. Безтрансформаторні імпульсні джерела живлення. Імпульсні перетворювачі постійного струму з гальванічною ізоляцією. Прямоходовий та зворотньоходовий перетворювач. Принципи побудови компенсаційних транзисторних стабілізаторів. Вимоги до джерела опорного напруження. Коефіцієнт стабілізації.

Інвертори напруги. Схема однофазного та трифазного інвертора. Особливості реалізації на тиристорах та транзисторах. Особливості комутації

та принцип модуляції. Багаторівневі інвертори напруги. Інвертори струму. Особливості комутації. Розрахунок характеристики вхідного струму. Порядок розрахунку автономного інвертора струму.

Види магнітних компонентів. Спарений індуктор та трансформатор, еквівалентні схеми. Роль індуктивності розсіювання і її фізична суть. Розрахунок трансформатора. Сучасні силові напівпровідникові елементи (напівпровідники з широкою забороненою зоною).

Розрахунок мережевих фільтрів. Широкополосні фільтри. Визначення параметрів фільтросиметруючого пристрою. Фільтрокомпенсуючі напівпровідникові пристрої. Системи активної корекції коефіцієнту потужності. Системи керування активними коректорами коефіцієнту потужності та фільтрокомпенсуючими пристроями.

Критерії оцінювання

Фахове вступне випробування відбувається у формі письмового іспиту. Білет складається із чотирьох питань, кожне максимально оцінюється у 25 балів, тобто за які здобувач максимально може отримати 100 балів.

В тому випадку, коли здобувач відповідає на питання без помилок, наводить приклади, він отримує 25 балів. Коли питання розкрито повністю, але приклади не наводяться, здобувач отримує 20 балів. Коли здобувач відповідає на питання, але з несуттєвими помилками, він отримує оцінку від 10 до 20 балів. Якщо при відповіді здобувач допускає грубі помилки, або питання висвітлено менш ніж на половину, то він може отримати від 0 до 10 балів. Якщо здобувач зовсім не відповідає на питання, він отримує 0 балів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Зорін В. В., Штогрин Є. А., Буйний Р. О. Електричні мережі та системи (окремі розділи) : навчальний посібник для студентів вищ. техн. навч. закл. – Ніжин : ТОВ “Видавництво “Аспект-Поліграф”, 2011. – 248 с.
2. Романюк Ю.Ф. Електричні системи та мережі. – К.: Знання, 2007. – 292с.
3. Бржезицький В.О., Зелінський В.Ц., Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є. Електричні апарати: підручник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 602с.
4. Василега, П.О. Електропостачання: підручник / П.О. Василега. - Суми: СумДУ, 2019. – 521с.
5. Електропостачання: навч. посіб. / Ф.П.Шкрабець. – Дніпропетровськ: НГУ, 2015. – 540 с.
6. Бардик Є.І. Електрична частина електростанцій та підстанцій. Основне електрообладнання : навч. посіб. / Є. І. Бардик, М. П. Лукаш; МОНМС України, НТУУ "Київ. політехн. ін-т". - К., 2011. - 217с.
7. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. – 533с.
8. Яндульський О.С., Дмитренко О.О. 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. – 102с.
9. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 312с.
- 10.Шегедин О.І., Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Частина 1: Навчальний посібник для студентів дистанційної форми навчання електротехнічних та електромеханічних спеціальностей вищих навчальних закладів.–Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. – 168с.
- 11.Теоретичні основи електротехніки. Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими та розподіленими параметрами : підручник / Ю. О. Карпов, С. Ш. Кацев, В. В. Кухарчук, Ю. Г. Ведміцький ; під ред. проф. Ю. О. Карпова – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 377 с.
- 12.Поліщук Є.С., Дорожовець М.М. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. – Львів: Бескід біт, 2003. – 544с.
- 13.Turan Gonen. Electrical Power Transmission System Engineering: Analysis and Design. – 2nd Edition. – CRC Press, 2009. – 728p.
- 14.Juergen Schlabbach, Karl-Heinz Rofalski. Power System Engineering: Planning, Design, and Operation of Power Systems and Equipment. – Wiley-VCH, 2008. – 349p.
- 15.D. Das. Electrical Power Systems. – New Age International Publishers, 2006. –484p.
- 16.Anjan K. Deb. Powerline Ampacity System: Theory, Modeling and Applications. – CRC Press, 2000. – 258p.
- 17.John D. McDonald. Electric Power Substations Engineering. – Third Edition. – CRC Press, 2012. – 536p.

Допоміжна

1. Теорія електропривода: Підручник /М.Г. Попович, М.Г. Борисик, В.А. Гаврилюк та ін. за ред. М.Г. Поповича. - К.: Вища школа, 1993.
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. - К.: «Либідь», 1997. - 544 с.
3. Wen Fang Xie, A.B. Rad. Fuzzy adaptive internal model control // IEEE Transactions of Industrial Electronics. – 2000. – Vol. 47. – p. 143-2002
4. Acha E. Power Electronic Control in Electric / Acha E., Anaya-Lara O., Agelidis V.G. // Newness Power Eng. 1st ed. – New York: Oxford, 2002. – 277
5. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах. – К.: Вища шк., 2006. – 367с.
6. Control and Automation of Electrical Power Distribution Systems / James Northcote-Green, Robert G. Wilson.– CRC Press, 2006. – 467 p.
7. Arrilaga J. Power systems electromagnetic transients simulation / Arrilaga J. – IET, London, 2007. – 449 p.
8. Перехідні процеси в системах електропостачання: Підручник для вузів. Вид. 2-е, доправ. та доп. / Г.Г. Півняк, В.М. Винославський, А.Я. Рибалко, Л.І. Несен/ За ред. Академіка НАН України Г.Г.Півняка. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2002. – 597с.
9. Електромеханічні перехідні процеси в електричних системах : [Навчальний посібник] / О.В. Гай, В.М. Бодунов. – К. : ЦП «Компринт», 2020. – 315 с.