

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

Затверджую
Голова Приймальної комісії
Ректор

Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ
підпис

дата

ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ

повна назва факультету/навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА

фахового іспиту

для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра
«Електричні системи і мережі»

за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Програму ухвалено:

Вченою Радою факультету
електроенерготехніки та автоматики

Протокол № 8 від «25» березня 2024 р.

Голова Вченої Ради


Олександр ЯНДУЛЬСЬКИЙ

Київ – 2024

ВСТУП

Програма фахового іспиту передбачає перевірку набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Фаховий іспит проводиться в очній або дистанційній формі з використанням технологій дистанційного навчання в середовищі Zoom або Google Meet із обов'язковою відеофіксацією процесу проведення іспиту. Порядок проведення іспиту 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>).

ПЕРЕЛІК ТЕМ, ЯКІ ВИНЕСЕНО НА ФАХОВИЙ ІСПИТ

Техніко-економічні переваги створення енергосистем та їх об'єднань. Електричні мережі. Класифікація електричних мереж. Магістральні та розподільні електричні мережі. Системотвірні, районні та місцеві електричні мережі, їх місце та роль в електричних системах. Графік навантаження енергосистеми та його покриття. Графіки навантажень електричних станцій енергосистем. Режими роботи нейтралі електричних мереж.

Конструктивне виконання та особливості експлуатації повітряних ліній електропередавання (ПЛ). Прогін та довжина прогону. Анкерований прогін та анкерована ділянка. Стріла провисання. Конструкція сталевалюмінієвих проводів. Розщеплення фазних проводів повітряної лінії. Радіус еквівалентного проводу пучка розщепленої фази. Розташування проводів та тросів на опорах ПЛ. Ізолятори та лінійна арматура ПЛ.

Конструктивне виконання та особливості експлуатації кабельних ліній електропередавання. Нагрівання кабелів робочими струмами.

Фізичні процеси та явища, які відбуваються під час передавання електричної енергії по лініям електропередавання (ЛЕП). Заступні схеми повітряних та кабельних ліній електропередавання. Визначення параметрів заступних схем ЛЕП.

Фізичні процеси та явища, які відбуваються в силових трансформаторах під час передавання електричної енергії. Заступні схеми дво- та триобмоткових трансформаторів та автотрансформаторів. Трансформатори з розщепленими обмотками. Силові трансформатори із скороченими обмотками. Визначення параметрів заступних схем трансформаторів за каталожними даними.

Втрати потужності та енергії в елементах електричних мереж. Графіки навантаження вузлів електроенергетичних систем. Кількість годин використання максимальної та встановленої потужності. Коефіцієнти участі в максимумі навантаження, коефіцієнт одночасності, коефіцієнт використання встановленої потужності. Втрати потужності в ЛЕП. Втрати потужності в трансформаторах різних типів. Втрати енергії в лініях та трансформаторах та їх визначення за графіками навантаження. Середньоквадратична потужність навантаження та час максимальних втрат енергії.

Векторна діаграма струмів та напруги ЛЕП. Спад та втрата напруги в елементах електричної мережі. Електричний розрахунок спаду напруги в ЛЕП. Аналіз робочих режимів ЛЕП за допомогою векторних діаграм.

Характеристика задач розрахунків параметрів усталених режимів електроенергетичних систем. Розрахункові схеми електричних систем різних класів номінальної напруги. Зведене та розрахункове навантаження. Опорний за напругою та балансуєчий пункт розрахункової схеми електричної мережі. Статичні характеристики навантаження за напругою

Розрахунок розімкненої електричної мережі. Ітераційний розрахунок режиму електричної мережі. Критерії збіжності ітераційного розрахунку. Розрахунок ліній з двобічним живленням. Метод контурних рівнянь. Метод розрізання контурів. Алгоритм ітераційного розрахунку в методі розрізання контурів. Рівняння вузлових напруг та їхня модифікація. Лінеаризація рівнянь вузлових напруг. Ітераційні методи реалізації вузлової моделі: метод Зейделя, метод Ньютона-Рафсона.

Спрощені методи розрахунків режимів роботи електричних мереж. Зведення перерізів мережі до базисного. Еквівалентне перенесення навантаження на

магістральній ділянці мережі. Еквівалентне зведення параметрів розрахункових схем до базисної напруги.

Метод накладання та його застосування для розрахунку нормальних та післяаварійних режимів електричної системи. Коефіцієнти струморозподілу. Розрахунок режиму мережі методом коефіцієнтів струморозподілу. Розрахунок опорів впливу для розімкненої та замкненої схем електричної мережі. Ітераційний розрахунок режиму складнозамкненої електричної мережі за допомогою апарату коефіцієнтів струморозподілу та опорів впливу. Неоднорідність електричних мереж.

Особливості розрахунку несиметричних режимів електричних систем. Неповнофазні режими ліній електропередавання. Способи та засоби симетрування режиму електричної системи. Причини та наслідки несинусоїдальності кривих струму та напруги. Засоби компенсації вищих гармонік в електричних системах.

Причини та наслідки порушень електропостачання споживачів. Загальна характеристика відмов електроенергетичних систем (ЕЕС). Складові поняття надійності ЕЕС. Забезпечення та керування надійністю ЕЕС. Структурна, режимна, балансова та перехідна надійність.

Життєвий цикл об'єкту з погляду надійності. Несправності та відмови об'єктів. Безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та довговічність об'єктів ЕЕС.

Імовірнісні показники надійності ЕЕС. Закони розподілу випадкових подій та випадкових величин в ЕЕС. Математичне сподівання випадкової величини. Застосування методів математичної статистики в задачах аналізу надійності ЕЕС.

Показники надійності. Інтенсивність відмов. Імовірність безвідмовної роботи. Імовірність відмови. Середнє напрацювання на відмову. Параметр потоку відмов. Ресурс та термін служби. Імовірність відновлення. Інтенсивність відновлення. Готовність та коефіцієнт готовності (неготовності).

Резервування як спосіб забезпечення надійності ЕЕС. Типи та способи резервування.

Розрахунок надійності систем із невідновлюваних елементів. Показники надійності систем із невідновлюваних елементів. Розрахунок необхідної кількості запасних елементів.

Розрахунок надійності систем із відновлюваних елементів. Показники надійності систем із відновлюваних елементів.

Розрахунок показників надійності систем із паралельно-послідовним з'єднанням елементів. Метод мінімальних перерізів. Метод прямого обчислення показників структурної надійності схем електричних мереж. Непараметричне оцінювання надійності ЕЕС.

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 електроприймачів. 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. 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 УПК. 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 автотрансформаторів. Регулювання напруги за допомогою автотрансформаторів в прямому та реверсивному режимах. Застосування ВДТ та ВДАТ для регулювання напруги в електричних мережах. Поздовжнє та поперечне регулювання напруги за допомогою ВДТ.

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 нерегулюючих та частоторегулюючої 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 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 енергосистемах.

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 чотириполюсників.

Компоненти втрат потужності в ДЕП. Розрахунок режимів ДЕП за умовами початку та кінця. Розрахунок режимів ДЕП за умови фіксації напруги по її кінцях. Графо-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 хвили на напівхвилю. Компенсація параметрів та налагодження ДЕП. Розрахунок параметрів пристроїв компенсації та налагодження для збільшення пропускної здатності ДЕП.

ДОПОМІЖНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ФАХОВОГО ІСПИТУ

Під час проведення фахового іспиту заборонено використання допоміжної літератури та інших допоміжних матеріалів та засобів.

ОПИС ЗАВДАНЬ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ ФАХОВОГО ІСПИТУ

На фаховому іспиті вступники виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичні питання за матеріалами базових дисциплін освітньої програми підготовки бакалавра.

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ ФАХОВОГО ІСПИТУ

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

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма Електричні системи і мережі

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

*комплексного фахового вибування
на підготовку фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти*

1. Метод накладання та його застосування для розрахунку нормальних та післяаварійних режимів електричної системи
2. Типи та способи резервування елементів електроенергетичних систем
3. Регулювання частоти в аварійних режимах

Затверджено на засіданні кафедри електричних мереж та систем,
протокол № 13 від 01.04.2024 р.

в.о. завідувача кафедри ЕМС

Теймураз КАЦАДЗЕ

КРИТЕРІЙ ТА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ФАХОВОГО ІСПИТУ

Рейтингову систему оцінювання фахового іспиту складено відповідно до вимог Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/37>).

У відповіді на кожне теоретичне питання вступник повинен продемонструвати знання теорії дисципліни та понятійно-категоріального апарату, термінології, понять і принципів предметної області дисципліни. Відповідь вступник повинен викладати чітко, логічно, послідовно, формули писати правильно.

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 перше питання оцінюється у 34 бали, на друге та третє питання – у 33 бали:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 31-33 (34) бали;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 24-30 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 19-23 бали;
- незадовільна відповідь (не відповідає вищезазначеним вимогам) – 0 балів.

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

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ФАХОВОГО ІСПИТУ

Основна література

1. Кирик В.В. Електричні мережі та системи. Режими роботи розімкнених мереж. = Electrical power networks and systems. Operation modes of open networks: навч. посіб. / В. В. Кирик, Т.Б. Маслова. – Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – 256 с.
2. Кирик В. В. Електричні мережі та системи : підручник / В. В. Кирик. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 324 с.– ISBN 978-966-990-031-9
3. 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
4. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух. – Київ. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 456 с
5. Казанський С.В., Матеєнко Ю.П., Сердюк Б.М. Надійність електроенергетичних систем. Навч. посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2011, 216 с.
6. Сулейманов В. М. Розрахунок і регулювання усталених режимів роботи електричних мереж енергосистем / В. М. Сулейманов. – Київ: НМК ВО, 1992. – 208 с.
7. Сулейманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі та системи. Підруч. для вузів. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 504 с.

Додаткова література

8. Сегеда М. С. Електричні мережі та системи: Підручник / М. С. Сегеда. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 488 с..
9. Мельник В. П. Математичні моделі електроенергетичних систем / В. П. Мельник. – Київ: ІСДО, 1998. – 336 с
10. Anderson P. M. Power System Control and Stability / P. M. Anderson, A. A. Fouad. – Wiley-IEEE Press, 2002. – 672 pp
11. Bayliss C. Transmission and Distribution Electrical Engineering / Colin Bayliss, Brian Hardy. – Elsevier, 2006. – 1040 pp
12. Beaty H. W. Handbook of Electric Power Calculations / H.Wayne Beaty. – McGRAW-HILL, 2000. – 608 pp
13. Das D. Electrical Power Systems / D. Das. – New Delhi: New Age International Publishers, 2006. – 470 pp
14. Glover J. D. Power System Analysis and Design / J. Duncan Glover, Mulukutla S. Sarma, Thomas Overbye. – Cengage Learning, 2012. – 782 pp
15. Grigsby L. L. Power System Stability and Control / Leonard L. Grigs-by. – CRC Press, 2012. – 450 pp
16. Grigsby L. L. Power Systems / Leonard L. Grigsby. – CRC Press, 2012. – 556 pp
17. Sarma M. S. Power Quality: VAR Compensation in Power Systems / S. R. Vedam, M. S. Sarma. – CRC Press, 2008. – 304 pp
18. Short T. Electric Power Distribution Handbook / Tom A. Short. – CRC Press, 2003. – 773 pp

19. Thomas B. A. Mathematical Methods in Electrical Engineering / Thomas B. A. Senior. – Cambridge University Press, 1986. – 272 pp
20. Wadhwa C. L. Basic Electrical Engineering / C.L. Wadhwa. – New Age International, 2008. – 405 pp

Розробник програми:

Доцент кафедри
електричних мереж та систем



Теймураз КАЦАДЗЕ

Програму рекомендовано:
кафедрою електричних мереж та систем
Протокол № 12 від «18» березня 2024 р.

В.о. завідувача кафедри



Теймураз КАЦАДЗЕ