

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор – проректор з навчальної роботи
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА»,

Заступник голови приймальної комісії



Наталія РЕКОВА

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ

для вступу на здобуття освіти на другому (магістерському) рівні

**галузь знань
спеціальність**

14 Електрична інженерія
141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

**освітньо-професійна
програма**

Енергоефективні технології в системах
електрозабезпечення гірничих та металургійних
підприємств

Розроблено робочою групою у складі:

| № | ПІБ | Науковий ступінь, вчене звання, найменування посади |
|----|----------------------------------|---|
| 1. | Хілов Віктор Сергійович | доктор технічних наук, професор |
| 2. | Рухлов Артем Володимирович | кандидат технічних наук, доцент |
| 3. | Койфман Олексій Олександрович | кандидат технічних наук, доцент |
| 4. | Мірошніченко Вікторія Ігорівна | кандидат технічних наук, доцент кафедри |
| 5. | Сокол Сергій Петрович | ст. викладач |

Проект програми фахового іспиту погоджено:

Відповідальний секретар
приймальної комісії



Вікторія ФЕДОРЕНКО

Програма рекомендована до введення в дію
на засіданні Приймальної комісії від
26.04.2024 р., протокол №2.

Зміст

| | |
|---|----|
| I ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ..... | 4 |
| II ЗМІСТ ПРОГРАМНИХ ВИМОГ ЩОДО ЗНАНЬ ТА НАВИЧОК ВСТУПНИКІВ | 5 |
| III СТРУКТУРА БІЛЕТУ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ | 10 |

I ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Комплексний фаховий іспит на підготовку здобувачів освітньо-професійного рівня магістра спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" за освітньою програмою «Енергоефективні технології в системах електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств» спрямоване на перевірку відповідності знань та навичок рівню, необхідному для навчання на другому (магістерському) рівні вищої освіти.

Програма комплексного фахового іспиту визначає форму організації, зміст та особливості проведення вступного випробування на підготовку здобувачів за освітньо-професійною програмою «Енергоефективні технології в системах електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Фаховий іспит здійснюватиметься з використанням засобів дистанційної електронної комунікації на платформі Moodle ТОВ "ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА".

Порядок проведення фахового іспиту відповідає «Положенню про організацію освітнього процесу у ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка» та «Положенню про концепції освітньої діяльності, освітні програми, робочі програми та силабуси освітніх компонентів у ТОВ «Технічний університет «Метінвест політехніка».

II ЗМІСТ ПРОГРАМНИХ ВИМОГ ЩОДО ЗНАТЬ ТА НАВИЧОК ВСТУПНИКІВ

II.1 Перелік освітніх компонентів, розділи яких входять до програми

До Програми фахового іспиту включено теоретичні питання та практичні завдання з таких освітніх компонентів бакалаврської освітньої програми:

1. Теоретичні основи електротехніки;
2. Електричні машини;
3. Метрологія та електричні вимірювання;
4. Теорія електроприводу;
5. Системи електропостачання підприємств.

II.2 Зміст програми

II.2.1 Тематика, яка виносить на комплексне фахове випробування з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки»

Пасивні та активні елементи електричного кола, їх параметри. Закони Кірхгофа для напруг і струмів. Залежність між струмами і напругами віток 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 Ома 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".

Зображення синусоїдальних електрорушійних сил (ЕРС), напруг і струмів за допомогою обертових векторів. Векторні діаграми. Діючі і середні значення періодичних ЕРС, напруг і струмів. Електричні кола з розподіленими параметрами.

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

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

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

Вищі гармоніки у однофазних і трифазних колах. Потужність спотворення.

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 ЕРС, напруг і струмів. Нелінійні електричні кола з зосередженими параметрами. Чотириполюсники та електричні фільтри.

Література до дисципліни «Теоретичні основи електротехніки»:

1. Хілов В. С. Теоретичні основи електротехніки : підручник. Київ : Видавництво «Каравела», 2021. 468 с.
2. Хілов В. С., Койфман О. О., Рухлов А. В. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» : навч. посіб. : у 2 ч. Ч. 1. Стационарні процеси у лінійних колах постійних, гармонійних однофазних, трифазних і полігармонійних струмів. Одеса : Олді+, 2024. 186 с.

3. Шегедин О. І., Маляр В. С. Теоретичні основи електротехніки : навчальний посібник. Львів : Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. 168 с.
4. Перетятко Ю. В., Щерба А. А. Теоретичні основи електротехніки. Частина 1. Електричні кола постійного та змінного струму. Чотириполюсники : практикум. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 115 с.
5. Перетятко Ю. В., Щерба А. А. Теоретичні основи електротехніки. Нелінійні системи. Перехідні процеси : практикум. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 140 с.

II.2.2 Тематика, яка виносить на комплексне фахове випробування з дисципліни «Електричні машини»

Будова та принцип дії колекторних машин постійного струму (МПС). Сфери застосування електричних машин постійного струму. Електрорушійна сила (ЕРС), електромагнітний момент та принцип зворотності електричних машин постійного струму. Робота МПС при навантаженні. Обмотки якоря. Реакція якоря МПС та її вплив на магнітний потік машини. Компенсаційна обмотка. Комутація МПС. Способи поліпшення комутації. Робота машини постійного струму в режимі генератора. Характеристики генераторів. Робота машини постійного струму в режимі двигуна. Схеми збудження. Пуск двигунів постійного струму. Робочі та механічні характеристики двигунів постійного струму. Способи регулювання швидкості двигунів з паралельним, послідовним та змішаним збудженням. Безколекторні двигуни постійного струму.

Принцип дії та основні конструктивні елементи трансформаторів. Номінальні параметри. Режими роботи. Магнітна система. Обмотки. Однофазний трансформатор. Режими холостого ходу, короткого замикання та робота трансформатора під навантаженням. Основні рівняння та векторні діаграми трансформатора. Зведений трансформатор. Схеми заміщення трансформатора та їх параметри. Зміна напруги, коефіцієнт корисної дії (ККД) та зовнішня характеристика трансформатора. Регулювання напруги трансформатора. Трифазні магнітні системи. Регулювання напруги трансформаторів. Паралельна робота трифазних трансформаторів. Схеми та групи з'єднання обмоток трансформаторів. Умови включення трансформаторів на паралельну роботу. Автотрансформатори, трансформатори струму, напруги. Твердотільні та "інтелектуальні" трансформатори.

Електрорушійна та магніторушійна сили обмоток машин змінного струму. Способи створення обертового магнітного поля. Улаштування та режими роботи асинхронної машини. Конструкція асинхронного двигуна. Основні рівняння та параметри. Робота асинхронної машини в режимі двигуна, електромагнітного гальма, електрогенератора. Електромагнітний момент та робочі характеристики асинхронного двигуна. Втрати потужності та ККД асинхронного двигуна. Електромагнітний момент і механічні характеристики. Максимальний та пусковий моменти асинхронного двигуна. Процес пуску асинхронного двигуна та умови його стійкої роботи. Способи регулювання частоти обертання. Однофазний асинхронний двигун. Двигун із пусковою обмоткою. Конденсаторні двигуни. Асинхронний двигун із екранованими полюсами. Робота трифазного двигуна від однофазної мережі.

Улаштування, принцип дії та характеристики синхронних машин. Явнополюсні та неявнополюсні синхронні машини. Способи збудження синхронних машин. Втрати потужності та ККД синхронних машин. Магнітне поле синхронних генераторів. Робота трифазних синхронних генераторів при симетричному навантаженні. Характеристика холостого ходу, навантажувальна, зовнішня та регульовальна характеристики. Робочі характеристики синхронних генераторів при різному характері навантаження. Паралельна робота синхронних генераторів. Регулювання реактивної потужності синхронних генераторів. Улаштування та принцип дії синхронного двигуна. Пуск синхронних двигунів. Синхронні двигуни з постійними магнітами. Синхронні реактивні та вентильні двигуни. Синхронний компенсатор.

Література до дисципліни «Електричні машини»:

1. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / за ред. В. І. Мілих. Київ : Видавництво "Каравела", 2023. 452 с.
2. Мілих В.І. Розрахунки магнітних полів в електротехнічних пристроях : навчальний посібник для практичних занять студентів електротехнічного профілю. Харків : ФОП Панов А. М., 2021. 136 с.
3. Осташевський М. О., Петренко О. М., Юр'єва О. Ю. Теплові розрахунки електричних машин : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. 450 с.
4. Проектування електричних машин : навч. посіб. / Д. В. Ципленков та ін. Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 408 с.
5. Чуєнко Р. М. Електричні машини : навчальний посібник. Київ : Видавництво "Компрінт", 2017. 462 с.

II.2.3 Тематика, яка виносить на комплексне фахове випробування з дисципліни «Метрологія та електричні вимірювання»

Методи реалізації прямих вимірювань. Засоби вимірювань. Похибки вимірювань і засобів вимірювань. Врахування випадкової похибки у результатах вимірювань. Визначення похибок при непрямих вимірюваннях. Визначення похибки результату непрямих вимірювань для найбільш розповсюджених рівнянь зв'язку. Похибки засобів вимірювань. Класи точності засобів вимірювань. Загальна форма подання результатів технічних вимірювань. Порядок обробки результатів однократних прямих вимірювань. Порядок статистичної обробки результатів прямих багатократних спостережень. Округлення результату вимірювань.

Шунти. Додаткові резистори. Дільники напруги. Вимірювальні трансформатори струму та напруги.

Прилади магнітоелектричної системи. Прилади електромагнітної системи. Прилади електродинамічної та феродинамічної системи. Прилади індукційної системи. Прилади електростатичної системи. Осцилограф.

Вимірювання потужності в колі постійного струму та активної потужності у колі однофазного змінного струму. Вимірювання активної та реактивної потужності у трифазних колах. Вимірювання енергії у трифазному колі. Вимірювання повної потужності.

Вимірювання опорів методом амперметра і вольтметра. Вимірювання опору омметром. Вимірювання опорів одинарним мостом постійного струму. Вимірювання опорів подвійним мостом. Вимірювання опору мостами змінного струму.

Принцип дії потенціометра постійного струму. Потенціометри змінного струму. Вимірювання напруги, струму й опору.

Електронні та цифрові вимірювальні прилади. Електронні вольтметри. Вимірювально-інформаційні системи. Мікропроцесори у цифрових вимірювальних пристроях.

Вимірювання потужності в колі постійного струму та активної потужності у колі однофазного змінного струму. Вимірювання активної та реактивної потужності у трифазних колах. Вимірювання енергії у трифазному колі. Вимірювання повної потужності.

Вимірювання опорів методом амперметра і вольтметра. Вимірювання опорів одинарним мостом постійного струму. Вимірювання опорів подвійним мостом. Вимірювання опору мостами змінного струму. Принцип дії потенціометра постійного струму. Потенціометри змінного струму.

Література до дисципліни «Метрологія та електричні вимірювання»:

1. Кухарчук В. В. Основи метрології та електричних вимірювань. Частина I : конспект лекцій. Вінниця : ВНТУ, 2020. 148 с.
2. Лавренова Д. Л., Хлистов В. М. Основи метрології та електричних вимірювань : навч. посіб. 2-ге вид., переробл. та допов. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 133 с.
3. Солтис І. В., Деревянчук О. В. Основи метрології : навч.-метод. посіб., Чернівці : Чернівецький нац. Ун-тет, 2021. 152 с.

II.2.4 Тематика, яка виноситься на комплексне фахове випробування з дисципліни «Теорія електроприводу»

Статична стійкість електроприводу. Складання розрахункової схеми механічної частини електроприводу. Зведення моментів опору до валу (швидкості) двигуна. Зведення моментів інерції та мас до валу (швидкості) двигуна. Зведення моментів опору та інерції до маси, що рухається поступально. Рівняння руху електроприводу при постійному моменті інерції. Активний та реактивний моменти опору. Рівняння руху при змінному моменті інерції. Розрахунок часу й шляху при розгоні та гальмуванні електроприводу. Оптимальне передаточне відношення редуктора. Рівняння руху електроприводу з урахуванням пружних механічних зв'язків.

Механічні характеристики двигуна постійного струму незалежного збудження. Побудова механічних характеристик двигуна постійного струму за паспортними даними. Генераторне гальмування з віддачею енергії в мережу (рекуперативне). Гальмування противмиканням двигуна незалежного збудження. Динамічне гальмування двигуна постійного струму незалежного збудження. Побудова пускових характеристик і графічний розрахунок додаткових опорів. Аналітичний розрахунок пускових опорів.

Рівняння та характеристики двигунів постійного струму послідовного збудження. Побудова штучних характеристик двигуна послідовного збудження. Механічні характеристики двигуна послідовного збудження в гальмівних режимах. Динамічне гальмування двигуна послідовного збудження.

Механічні характеристики двигуна постійного струму змішаного збудження. Динамічні властивості двигуна послідовного збудження.

Рівняння та характеристики асинхронних двигунів. Побудова пускових характеристик і розрахунок додаткових опорів. Гальмівні режими асинхронних двигунів. Генераторне гальмування асинхронного двигуна з віддачею енергії в мережу (рекуперативне гальмування). Гальмування противмиканням асинхронного двигуна. Динамічне гальмування асинхронного двигуна.

Характеристики синхронного двигуна. Структурна схема лінеаризованого синхронного приводу. Електромеханічні властивості синхронного двигуна.

Механічні перехідні процеси електроприводу з лінійною механічною характеристикою та $M_c = \text{const}$. Перехідні процеси при пуску електроприводу з лінійною механічною характеристикою та $M_c = \text{const}$. Перехідні процеси при гальмуванні противмиканням. Перехідні процеси при динамічному гальмуванні двигуна постійного струму незалежного збудження. Перехідні процеси при динамічному гальмуванні двигуна постійного струму незалежного збудження.

Принципи вибору потужності електродвигуна. Фактори, які визначають номінальну потужність приводного двигуна і його перевантажувальну здатність. Допустимий нагрів електродвигуна. Строки служби ізоляції електричних машин в залежності від теплового режиму. Навантажувальні діаграми електродвигунів. Основи теорії нагріву. Основні допущення при аналізі процесу нагріву електричних машин і апаратів. Сталі часу теплового процесу. Вплив теплової інерції при нагріві. Нагрів електричних машин при постійному та змінному навантаженні. Вибір потужності електродвигуна при довготривалому режимі роботи. Аналітичний і графічний методи визначення температури при різних режимах роботи електродвигуна. Вибір потужності

двигуна при короткочасному режимі роботи. Вибір потужності електродвигуна при повторно-короткочасному режимі за середніми втратами, середньоквадратичних величинах струму, моменту і потужності. Врахування змін умов охолодження. Перерахунок потужності двигуна при різних режимах роботи електропривода. Вплив числа пусків в годину на нагрів двигуна. Визначення допустимого числа вмикань на годину. Вибір потужності двигуна при ударному навантаженні. Застосування маховика. Визначення розмірів маховика (уточнений розрахунок). Вибір потужності двигуна за параметрами виробничої установки, експлуатаційним коефіцієнтом і іншими технічними умовами. Вибір типу і потужності перетворювача для живлення двигуна привада. Техніко-економічне обґрунтування вибору основних елементів привода.

Література до дисципліни «Теорія електроприводу»:

1. Видмиш А. А., Ярошенко Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1 : навч.-метод. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2020. 387 с.
2. Донець О. В., Колотіло В. І. Теорія електропривода : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 148 с.
3. Електропривод. Механіка електроприводу. Електромеханічне перетворення енергії та електромеханічні властивості двигунів постійного струму : навч. посіб. / уклад.: В. М. Пижов, Н. Д. Красношапка, М. Я. Островерхов. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 198 с.

II.2.5 Тематика, яка виносить на комплексне фахове випробування з дисципліни «Системи електропостачання підприємств»

Електричні навантаження. Характеристика приймачів електричної енергії. Вибір методів розрахунку. Методи визначення розрахункових електричних навантажень. Класифікація та загальна характеристика методів. Метод технологічного графіка. Метод коефіцієнта попиту. Метод питомих витрат електроенергії. Метод питомого навантаження. Статистичний метод. Модифікований статистичний метод. Алгоритм визначення розрахункових електричних навантажень. Визначення пікових навантажень. Картограма електричних навантажень.

Зовнішнє електропостачання. Джерела живлення та схеми зовнішнього електропостачання промислових підприємств. Підстанції електропостачальних систем. Головні знижувальні підстанції в схемах зовнішнього електропостачання. Вибір і обґрунтування конфігурації схеми зовнішнього електропостачання.

Розподіл електроенергії на території підприємства. Загальні засади. Вибір потужності цехових трансформаторних підстанцій і компенсація реактивної потужності низької напруги. Вибір кількості та потужності трансформаторів і компенсуючих установок. Розподільні пункти. Вибір перерізів жил кабелів і схем живлення трансформаторних підстанцій. Вибір провідників і електричних апаратів.

Цехові системи електропостачання. Устаткування та схема приєднання трансформаторних підстанцій (ТП) до підстанцій середньої напруги. Вибір типу трансформаторів і конструкції трансформаторної підстанції. Комутаційні апарати низької напруги. Щити низької напруги ТП. Схеми сигналізації, вимірювання й обліку щита низької напруги. Класифікація виробничих приміщень. Вибір схеми цехової системи електропостачання. Конструкційне виконання цехових систем електропостачання. Цеховий головний розподільний щит. Схеми щитків дільниць цеху. Проектування освітлювальних мереж. Вибір перерізу кабельних ліній і проводів напругою до 1 кВ із пластмасовою ізоляцією.

Компенсація реактивної потужності. Компенсація реактивної потужності навантажень низької напруги. Компенсація реактивної потужності в системах електропостачання середньої напруги. Вибір і розподіл конденсаторних установок. Використання синхронних двигунів для компенсації реактивної потужності. Схеми й

устаткування конденсаторних установок напругою до 1 кВ та 6(10) кВ. Розряд конденсаторних установок.

Література до дисципліни «Системи електропостачання підприємств»:

1. Давиденко Л. В., Коменда Н. В., Давиденко В. А., Євсюк М. М. Електропостачання промислових об'єктів. Практикум : навчальний посібник. Луцьк : ВІП ЛНТУ, 2022. 244 с.
2. Проектування електропостачальних систем загального призначення : навч. посіб. для курсового та дипломного проектування / П.Ф. Гоголюк та ін.; за заг. ред. А. А. Маліновського. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018. 436 с.
3. Мілих В. І., Павленко Т. П. Електропостачання промислових підприємств : підручник для студентів електромеханічних спеціальностей. Харків : ФОП Панов А. М., 2016. 272 с.
4. Правила улаштування електроустановок : затв. наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017 р. № 476. Київ, 2017. 617 с.
5. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015. Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств. [Чинний від 2016-07.01]. Вид. офіц. Київ, 2016. 48 с.
6. Шкрабець Ф. П. Електропостачання : навч. посіб. Донецьк : НГУ, 2015. 540 с.

III СТРУКТУРА БІЛЕТУ ФАХОВОГО ІСПИТУ. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ

III.1 Структура білету фахового іспиту

Фаховий іспит здійснюватиметься з використанням засобів дистанційної електронної комунікації на платформі Moodle ТОВ "ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА".

Перелік питань, який пропонується, систематизовано за різноманітними взаємозв'язаними сторонами діяльності фахівця та охоплює її теоретичні основи, а також питання застосування отриманих теоретичних знань для вирішення практичних задач. Питання, які містяться в екзаменаційних білетах, покликані виявити компетентності з усіх видів діяльності майбутнього спеціаліста у рамках навчальних дисциплін, які вивчалися здобувачем раніше. Білет фахового вступного випробування складається з двох частин:

- перша – теоретична частина у вигляді теоретичних тестів (5 тестів з різних освітніх компонентів, кожен з яких містить 5 варіантів відповідей, один з яких є вірним);
- друга – практична частина у вигляді розрахункових тестів (5 задач з різних освітніх компонентів, кожна з яких містить 5 варіантів відповідей, один з яких є вірним).

Термін виконання фахового вступного іспиту – 2 академічні години (1 год. 25 хв. астрономічних).

III.2 Критерії оцінювання відповідей

Абітурієнт повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані уміння та знання, а також здатність вирішувати типові складні спеціалізовані професійні завдання. Кількість балів, яку може отримати вступник за виконання фахового вступного випробування, розраховується на підставі таблиці.

| Показник | Теоретична частина | Практична частина |
|---|--------------------|-------------------|
| Кількість завдань у білеті | 5 | 5 |
| Максимальна кількість балів за одне правильно виконане завдання | 25 | 15 |
| Всього балів за частинами | 125 | 75 |
| Всього балів за білет | 200 | |

Кожний білет складається із двох частин, їх бездоганне виконання оцінюється у 200 балів (максимальна оцінка). Мінімальний прохідний бал – 100 балів. Кожний теоретичний тест оцінюється за шкалою: 25 балів – в разі надання вірної відповіді, 0 балів – в протилежному випадку. Кожний практичний тест оцінюється за шкалою: 15 балів – в разі надання вірної відповіді, 0 балів – в протилежному випадку.

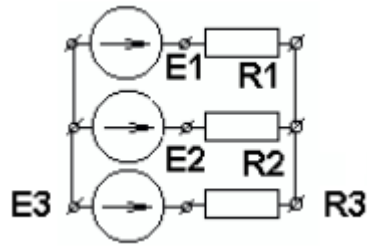
III.3 Приклад завдання комплексного фахового випробування

Теоретична частина

- Теоретичні основи електротехніки.** Кількість незалежних рівнянь за першим законом Кірхгофа визначається:
 - кількістю електричних віток у схемі;
 - кількістю вузлів у схемі;
 - кількістю джерел струму;
 - на одне менше, ніж кількість вузлів;
 - кількістю незалежних контурів у схемі.
- Електричні машини.** Додаткові полюси в електричних машинах постійного струму необхідні для:
 - покращення комутації;
 - компенсації реакції якоря;
 - підсилення магнітного потоку;
 - подавлення «кругового вогню» на колекторі;
 - зменшення ваги двигуна.
- Метрологія та електричні вимірювання.** Магнітоелектричний амперметр вимірює:
 - миттєве значення струму;
 - амплітудне значення струму;
 - діюче значення струму;
 - постійне значення струму;
 - постійне та середньо-квадратичне значення.
- Теорія електроприводу.** Динамічний момент на валу електродвигуна визначається добутком:
 - швидкості та махового моменту інерції;
 - швидкості та моменту інерції;
 - прискорення та моменту інерції;
 - кутового переміщення та махового моменту інерції;
 - потужності та прискорення.
- Системи електропостачання підприємств.** З якою метою в електричну мережу вмикаються фільтро-компенсуючі пристрої:
 - подавлення вищих гармонік в мережі;
 - підсилення вищих гармонік у мережі;
 - підвищення динамічної стійкості мережі;
 - зменшення статичної стійкості мережі;
 - подавлення основної гармоніки у мережі.

Практична частина

1. *ТОЕ.* Визначте, яке з трьох джерел ЕРС генерує енергію, якщо $R_1=6$ Ом, $R_2=8$ Ом, $R_3=3$ Ом, $E_1=10$ В, $E_2=E_3=30$ В (дивись рисунок).



- a) Джерело E_1 ;
b) Джерело E_2 ;
c) Джерело E_3 ;
d) Джерела E_1 і E_2 ;
e) Усі джерела.
2. *ЕМ.* Електрорушійна сила обмоток якоря генератора постійного струму складає $E = 100$ В при струмі $I_a = 5$ А та опорі обмоток $R_a = 2$ Ом. Визначити напругу на затискачах генератора U :
a) 110 В;
b) 80 В;
c) 90 В;
d) 10 В;
e) 102,5 В.
3. *МЕВ.* У амперметру магнітоелектричної системи з кількістю поділок на шкалі 150, межа вимірювання 5 А, класом точності 0,5, стрілка відхилилась на 70 поділок. Визначити відносну похибку вимірювання:
a) 0,1;
b) 0,2;
c) 0,3;
d) 0,4;
e) 0,5.
4. *ТЕП.* Визначити приведений момент інерції механізму до валу двигуна приводу, якщо відома маса поступального переміщення 0,5 т, швидкість поступального руху 1 см/с, швидкість обертання валу двигуна 150 об/хв.:
a) $1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$;
b) $2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$;
c) $3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$;
d) $4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$;
e) $5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.
5. *СЕП.* Споживач потужністю $P_{\text{ном}} = 100$ кВт, $\cos\varphi = 0,83$ живиться електроенергією на напрузі $U_{\text{ном}} = 380$ В по кабелю марки АПВВГ-1 3х70+1х35 мм² з допустимим струмом $I_{\text{доп}} = 195$ А. Чи задовольняє цей кабель умові допустимого струмового навантаження, якщо жодні коригувальні коефіцієнти не застосовувати?
a) ні, не задовольняє;
b) так, задовольняє;
c) задовольняє тільки за умови прокладання двох паралельних кабелів;
d) задовольняє тільки за умови прокладання кабелю в землі;
e) задовольняє тільки за умови прокладання кабелю по естакаді.