



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Голова приймальної комісії

В.С. Мошинський

«28» квітня 2023 року

## **ПРОГРАМА**

фахового іспиту для прийому на навчання  
за освітніми програмами підготовки **магістра**  
зі спеціальності

**141 "ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА  
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА"**

Рівне

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Фаховий іспит за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» проводиться з метою оцінки рівня професійних знань випускників-бакалаврів.

Фаховий іспит базується на змістових модулях дисциплін:

- Електричні системи та мережі;
- Перехідні процеси в електроенергетиці;
- Основи релейного захисту та автоматизації електричних систем;
- Автоматизований електропривод.

## 2. ПОРЯДОК СКЛАДАННЯ ФАХОВОГО ІСПИТУ

2.1. Організація фахового іспиту здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію Національного університету водного господарства та природокористування.

2.2. Фаховий іспит проводиться в письмовій формі або з використанням комп'ютерної техніки і складається із 45-ти тестових завдань першого рівня складності та 2-ох тестових завдань другого рівня складності, кожне з яких містить п'ять варіантів відповіді.

2.3. Порядок нарахування балів при проходженні тестування за завдання першого рівня складності:

Структура тестового завдання	Умови нарахування (2 бали)
1. Питання a) 100% вірна; b) 0% невірна; c) 0% невірна; d) 0% невірна; e) 0% невірна.	Питання містить лише одну вірну відповідь, при виборі якої нараховується 2 бали.
1. Питання a) 50% вірна; b) 50% вірна; c) 0 невірна; d) 0 невірна; e) 0 невірна;	Питання містить дві правильні відповіді, при виборі яких відповідь вважається повною і нараховується 2 бали.  При виборі лише одного варіанту правильної відповіді - нараховується 1 бал.

<p>1. Питання</p> <p>a) 33,33333% вірна;</p> <p>b) 33,33333% вірна;</p> <p>c) 33,33333% вірна;</p> <p>d) 0 невірна;</p> <p>e) 0 невірна.</p>	<p>Питання містить три правильних варіанти відповіді, при виборі яких відповідь вважається повною і нараховується 2 бали.</p> <p>При виборі одного або двох лише правильних варіантів відповідей, відповідь вважається частково вірною і нараховується 0,67 бала за кожен правильний варіант відповіді</p>
<p>1. Питання</p> <p>a) 25% вірна;</p> <p>b) 25% вірна;</p> <p>c) 25% вірна;</p> <p>d) 25% вірна;</p> <p>e) 0% невірна.</p>	<p>Питання містить чотири правильні варіанти відповіді, при виборі яких відповідь вважається повною і нараховується 2 бали.</p> <p>При виборі одного, двох або трьох лише правильних варіантів відповідей, відповідь вважається частково вірною і нараховується 0,5 балів за кожен правильний варіант відповіді.</p>

2.4. Завдання другого рівня складності оцінюються в 5 балів кожне і містять одну правильну відповідь. У разі відсутності розв'язку, але вірно відміченого правильного варіанту відповіді, завдання оцінюється в 2 бали.

2.5. Якщо в питанні вступник відмітив більше варіантів відповідей, ніж передбачено питанням, то питання оцінюється в 0 балів.

2.6. Час проведення вступного фахового випробування складає до трьох астрономічних годин.

### **3. ТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ, ЯКИЙ ВІНОСИТЬСЯ НА ФАХОВИЙ ІСПИТ**

#### **ДИСЦИПЛІНА «Електричні системи та мережі»**

##### *Тема 1. Режим роботи електричних мереж*

Режими роботи електричних мереж. Вимоги до електричних мережі. Класифікація електричних мереж.

##### *Тема 2. Елементи електричної мережі*

Лінії електропередачі. Конструктивне виконання повітряних ліній електропередачі. Експлуатація повітряних ліній. Будова кабельних ліній. Підстанції, їх види та елементи.

##### *Тема 3. Параметри і схеми заміщення елементів електричної мережі*

Схеми заміщення ліній електропередачі. Параметри схем заміщення.

*Тема 4. Схеми заміщення трансформаторів і автотрансформаторів та їх параметри.*

Двообмотковий трансформатор. Схеми заміщення. Параметри схем заміщення. Втрати в трансформаторі. Триобмотковий трансформатор.

Автотрансформатор. Схеми заміщення. Параметри схем заміщення. Втрати в триобмотковому трансформаторі та автотрансформаторі. Двообмотковий трансформатор з розщепленою обмоткою низької напруги, схема заміщення та її параметри.

#### *Тема 5. Навантаження вузла електричної мережі*

Поняття навантаження. Статичні характеристики комплексного навантаження. Способи задання навантажень у розрахунках режимів електричних мереж

*Тема 6. Розрахунок ustalених режимів розімкнених розподільчих електричних мереж*

Розрахунок ділянки мережі. Поняття втрати напруги та втрати потужності в мережі. Розрахунок за даними, що характеризують початок ділянки; кінець ділянки; по заданій потужності кінця ділянки і напрузі початку; потужності початку ділянки і напрузі кінця. Розрахунок лінії: з одним навантаженням; з декількома навантаженнями; з рівномірно розподіленим навантаженням. Особливості розрахунку місцевих розімкнених мереж. Вибір номінальної напруги мережі

#### *Тема 7. Вибір перерізу проводів та жил кабелів*

Метод економічної густини струму. Вибір перерізу з урахуванням економічних інтервалів навантажень. Визначення перерізів ліній за умовою допустимої втрати напруги. Розрахунок перерізу за умовою його постійності на ділянках. Розрахунок перерізу за умови мінімальної витрати провідникового матеріалу. Розрахунок перерізу за умовою мінімуму втрат потужності в мережі.

#### *Тема 8. Розрахунок простих замкнених електромереж*

Характеристики простих замкнених розподільчих електричних мереж. Аналіз електричного режиму найпростішої замкнутої електричної мережі. Розрахунок простої мережі з двостороннім живленням. Часткові випадки розрахунку мереж з двостороннім живленням. Уточнення поточкорозподілу в мережі з урахуванням втрат потужності.

#### *Тема 9. Розрахунок складних замкнених мереж*

Характеристики складних замкнених розподільчих електричних мереж. Метод перетворення. Метод контурних рівнянь. Метод вузлових напруг. Метод зрівнювальних контурних потужностей. Метод послідовних наближень. Методом накладання.

#### *Тема 10. Розрахунок параметрів ustalеного режиму електричної мережі*

Аналітичний опис електричної мережі. Матриці параметрів електричної мережі. Основні закони електротехніки в матричній формі. Основні рівняння стану електричних мереж. Метод вузлових напруг. Метод контурних рівнянь.

#### *Тема 11. Механічний розрахунок повітряних ліній електропередачі*

Механічне навантаження на проводи та троси. Допустиме напруження розтягування проводу або дроту. Основні рівняння тяжіння по проводах, стріла провисання, довжина проводу у прогоні. Визначення стріли провисання та напруження в матеріалі проводу. Рівняння стану проводу в прогоні. Визначення критичного прогону. Визначення критичної температури. Визначення експлуатаційних навантажень.

### *Тема 12. Регулювання напруги в електричній системі*

Регулювання напруги зміною коефіцієнта трансформації трансформатора. Централізоване регулювання напруги у центрі живлення. Місцеве регулювання напруги в мережі. Регулювання напруги зменшення індуктивного опору лінії. Регулювання напруги зміною реактивної потужності.

### *Тема 13. Компенсація реактивної потужності в електричних мережах*

Баланс активної та реактивної потужності у електричній мережі. Джерела реактивної потужності. Вибір потужності компенсуючих пристроїв за умов забезпечення бажаного рівня напруги. Вибір потужності компенсуючих пристроїв за умови споживання від системи обумовленої реактивної потужності. Розподіл потужності компенсуючих пристроїв між споживачами.

## **ДИСЦИПЛІНА «Перехідні процеси в електроенергетиці»**

### *Тема 1. Основи розрахунків сталих перехідних і квазіперехідних режимів*

Розрахунок власних і взаємних провідностей і опорів. Вимоги до режимів. Якість перехідних процесів. Застосування практичних критеріїв статичної стійкості. Практичні критерії динамічної стійкості.

### *Тема 2. Перехідні процеси у вузлах навантаження систем електропостачання*

Статичні і динамічні характеристики навантаження. Статична стійкість навантаження. Основні розрахункові співвідношення. Практичний критерій стійкості комплексного навантаження. Повільні зниження напруги. Процес перекидання двигунів. Різкі зміни режиму в системах електропостачання.

### *Тема 3. Електромагнітні перехідні процеси в системах електропостачання*

Перехідний електромагнітний процес при симетричному короткому замиканні у трифазному колі, підключеному до джерела необмеженої потужності. Перехідний процес у синхронному генераторі при трифазному короткому замиканні. Вплив і врахування навантаження при коротких замиканнях.

### *Тема 4. Практичні методи розрахунку трифазного струму короткого замикання*

Складання схем заміщення. Системи одиниць. Еквівалентні перетворення схем заміщення. Аналітичний метод розрахунку початкового і ударного струмів трифазного короткого замикання. Розрахунок струму трифазного короткого замикання для будь-якого моменту часу перехідного процесу з використанням розрахункових кривих. Порядок розрахунку струмів при несиметричних коротких замиканнях.

### *Тема 5. Замикання на землю в мережах з ізолюваною і заземленою нейтраллю*

Мережа з ізолюваною нейтраллю (нормальний режим, напруги відносно землі при замиканні фази на землю, струми замикання на землю). Мережі з резонансно-заземленою нейтраллю (тривало допустимий струм замикання на землю, налаштування дугогасильних котушок, резонансні перенапруги). Мережі з ефективно заземленими нейтраллю (напруги відносно землі при однофазному

замиканні на землю, струми замикання на землю).

## **ДИСЦИПЛІНА «Основи релейного захисту та автоматизації електричних систем»**

*Тема 1. Принципи побудови релейного захисту.*

Пошкодження в електроустановках. Ненормальні режими. Основні вимоги, що пред'являються до пристроїв релейного захисту. Загальні принципи конструктивного виконання реле. Контакти реле.

*Тема 2. Принцип дії та особливості виконання електромеханічних реле*

Електромагнітні реле. Особливості роботи електромагнітного реле на змінному струмі. Конструкції реле, що функціонують на електромагнітному принципі. Проміжні реле. Вказівне реле. Реле часу. Поляризовані реле. Індукційні реле. Реле струму на індукційному принципі. Індукційні реле напрямку потужності. Магнітоелектричні реле. Реле опору. Реле з фільтрами симетричних складових.

*Тема 3. Структура релейного захисту*

Структурні частини та основні елементи релейного захисту. Класифікація пристроїв релейного захисту. Захист запобіжниками та автоматичними вимикачами. Опис та зображення захисних схем. Джерела оперативного струму.

*Тема 4. Первинні вимірювальні перетворювачі струму та напруги*

Призначення первинних вимірювальних перетворювачів струму. Принцип роботи трансформатора струму. Розрахункова схема та векторна діаграма трансформатора струму. Режим роботи трансформатора струму. Похибка. Умовне та позиційне позначення. Схеми з'єднання обмоток трансформаторів струму. Перевірка трансформаторів струму. Призначення первинних вимірювальних перетворювачів напруги. Принцип роботи електромагнітного трансформатора напруги. Режим роботи трансформатора напруги. Похибка. Умовне та позиційне позначення. Схеми з'єднання обмоток трансформаторів напруги. Організація та перевірка вторинних кіл. Ємнісні дільники напруги.

*Тема 5. Струмові захисти ліній з одностороннім живленням*

Пошкодження та особливості режимів ліній електропередачі. Струмові захисти ліній з одностороннім живленням: максимальний струмовий захист, струмова відсічка без витримки часу, комбінована відсічка за струмом та напругою, неселективна струмова відсічка без витримки часу, струмова відсічка з витримкою часу. Схеми струмових захистів.

*Тема 6. Струмові захисти ліній з двостороннім живленням (струмові спрямовані захисти). Диференційні струмові захисти.*

Особливості застосування струмових захистів в лініях з двостороннім живленням. Максимальний струмовий спрямований захист. Спрямовані струмові відсічки. Принципова схема струмового спрямованого захисту. Призначення та принцип дії диференційних захистів ліній електропередачі. Поздовжній диференційний захист. Поперечний диференційний захист.

*Тема 7. Дистанційні захисти ліній електропередачі. Високочастотні захисти ліній.*

Призначення та принцип дії дистанційного захисту. Основні органи дистанційного захисту. Характеристики органів опору. Пристрої блокування від хитань. Пристрої блокування за несправностей у колах змінної напруги. Загальна оцінка дистанційного захисту. Особливості високочастотних захистів ліній. Організація високочастотного калану захисту. Спрямований захист з високочастотним блокуванням. Диференційно-фазовий високочастотний захист. Загальна оцінка високочастотних захистів.

*Тема 8. Релейний захист силових трансформаторів і автотрансформаторів*

Основні види пошкоджень та особливості режимів роботи трансформаторів і автотрансформаторів. Захист трансформаторів за допомогою запобіжників. Струмові захисти трансформаторів від міжфазних коротких замикань. Струмовий захист нульової послідовності від однофазних коротких замикань на землю на стороні низької напруги. Диференціальний захист трансформаторів і автотрансформаторів. Газовий захист трансформатора. Захист від надструмів зовнішніх коротких замикань. Захист від перевантажень.

*Тема 9. Релейний захист синхронних генераторів*

Види пошкоджень та особливості режимів роботи генераторів. Поздовжній диференційний захист генератора. Поперечний диференційний захист генератора. Захист від замикань на землю в обмотці статора генератора. Захист генератора від зовнішніх симетричних коротких замикань. Захист генератора від несиметричних режимів. Захист обмотки статора генератора від симетричних перевантажень, від підвищення напруги. Захист генератора від замикань у колах збудження. Захист обмотки ротора генератора від перевантаження струмом збудження.

*Тема 10. Релейний захист збірних шин електростанцій та підстанцій*

Призначення захисту шин. Диференціальний захист шин, підвищення його надійності та чутливості. Схеми диференціального захисту шин. Диференціальний захист шин 110 кВ та вище з гальмуванням. Захист шин 6-10 кВ.

*Тема 11. Релейний захист електродвигунів*

Загальні вимоги до захисту електродвигунів. Основні види захистів двигунів. Захист від коротких замикань між фазами. Захист від перевантаження. Захист від замикання на землю. Захист від зниження напруги. Особливості захисту низьковольтних електродвигунів. Захист синхронних двигунів.

*Тема 12. Цифрові пристрої релейного захисту. Перетворення сигналів у вимірювальних органах цифрового релейного захисту*

Особливості побудови цифрових пристроїв релейного захисту. Структура цифрових вимірювальних органів. Попередня обробка аналогових сигналів. Векторне відображення дискретизованих синусоїдальних сигналів. Алгоритми цифрового перетворення сигналів релейного захисту (обрахування середніх та діючих значень сигналів, обчислення векторів на основі миттєвих значень величин та їх похідних та ін.)

## **ДИСЦИПЛІНА «Автоматизований електропривод»**

### *Тема 1. Класифікація електроприводів. Механічні характеристики*

Класифікація електроприводів. Приведення моментів і сил опору, моментів інерції інерційних мас. Механічні характеристики виробничих механізмів і електричних двигунів. Усталені режими.

### *Тема 2. Часові та частотні характеристики електропривода*

Рівняння руху електропривода. Час прискорення і сповільнення електропривода. Оптимальне передаточне число. Часові та частотні характеристики одномасової системи. Часові та частотні характеристики двомасової системи.

### *Тема 3. Регулювання швидкості двигунів постійного струму*

Регулювання кутової швидкості двигунів постійного струму незалежного збудження. Дослідження характеристик трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором. Регулювання швидкості двигунів послідовного збудження. Часові та частотні характеристики двигунів постійного струму незалежного збудження. Частотні характеристики.

### *Тема 4. Перетворювачі напруги електроприводів постійного струму*

Тиристорні керовані випрямлячі. Системи імпульсно-фазового керування. Імпульсні перетворювачі постійної напруги.

### *Тема 5. Регулювання кутової швидкості двигунів змінного струму*

Механічні характеристики асинхронних двигунів. Регулювання швидкості асинхронних двигунів. Перетворювачі частоти. Регулювання швидкості синхронних двигунів. Гальмівні режими двигунів змінного струму.

### *Тема 6. Методи розрахунку потужності електроприводів*

Втрати енергії в електроприводах. Нагрівання і охолодження двигунів. Режими роботи і навантажувальні діаграми. Розрахунок потужності електродвигунів.

### *Тема 7. Системи керування швидкістю асинхронного електропривода*

Регулювання швидкості напругою живлення. Плавний пуск асинхронних двигунів зміною напруги живлення. Система скалярного керування частотно-регульованого асинхронного електропривода. Системи векторного керування частотно-регульованого електропривода. Пряме керування моментом асинхронного двигуна.

### *Тема 8. Енергозберігаючий асинхронний електропривод*

Втрати електроенергії в усталених режимах. Оптимізація енергоспоживання в перехідних процесах. Економічна ефективність частотно-регульованого електропривода.

### *Тема 9. Частотне керування синхронними електроприводами*

Стратегії керування. Вентильний двигун. Система автоматичного керування моменту синхронного двигуна зміною магнітного потоку ротора. Стратегії керування синхронним двигуном зі збудженням від постійних магнітів.

### *Тема 10. Адаптивні системи керування електроприводами*

Безпошукова адаптивна система керування з еталонною моделлю. Безпошукова адаптивна система керування зі спостережним



пристроєм. Фаззі-керування електроприводами. Фаззі-керування гальмуванням візка мостового крана.

*Тема 15. Слідкуючий електропривод*

Безперервні системи керування слідкуючим електроприводом. Динамічні показники слідкуючого електропривода.

*Тема 16. Цифрові системи керування електроприводом*

Структура електропривода з цифровою системою керування. Розрахункові моделі АЦП і ЦАП. Дискретні передавальні функції і структурні схеми. Синтез цифрового регулятора і його реалізація.

#### 4. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ФАХОВОГО ІСПИТУ

1. Романюк Ю.Ф. Електричні системи та мережі / Романюк Ю.Ф. - К.: Знання, 2007. - 292 с.
2. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи / Сегеда М.С. - Львів: Львівська політехніка, 2009. - 492 с.
3. Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - Х: Індустрія. - 796 с.
4. Черемісін М.М. Перехідні процеси в системах електропостачання/ Черемісін М.М. – Х.: Факт, 2005. – 176 с.
5. Перехідні процеси в системах електропостачання / [Г.Г. Півняк, В.М. Винославський, А.Я. Рибалко, Л.І. Несен.]. - Національна гірнична академія України, 2003. – 597 с.
6. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2013. – 533 с.
7. Чернобровов Н.В. Релейная защита энергетических систем / Чернобровов Н.В., Семенов В.А. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800с.
8. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита / Шнеерсон Э.М. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549.
9. Баховець Б.О. Автоматизований електропривод. Навч. посібник / Баховець Б.О. –Рівне: НУВГП, 2010. – 238 с.
10. Теорія електропривода: Підручник/ М.Г. Попович, М.Г. Борисик, В.А. Говрилюк та ін.; За ред. М.Г. Поповича. – К.: Вища шк., 1993. –494с.
11. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Нав. посібник/ М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Г. Клепиков та ін.; За ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680с.
12. Електропривід: Підручник / Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, П.І. Савченко, О.Ю.Синявський, Д.Г. Войтюк, В.П. Лисенко; За ред. Ю.М. Лавриненка. Видавництво «Ліра-К». – К., 2009. –504с.

## 5. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

Фаховий іспит для вступників ступеня магістр на основі ступеня бакалавра (ОКР спеціаліста, ступеня магістра) проводиться у письмовій формі або з використанням комп'ютерної техніки.

Бал фахового іспиту визначається як сума балів, одержаних за вирішення 47-ми тестів. Питання першого рівня складності оцінюються від 0 до 2-ох балів, питання другого рівня складності оцінюються від 0 до 5-ти балів. Детальний опис нарахування балів приведений в розділі 2 цієї програми.

Оцінка за виконання фахового іспиту за шкалою від 100 до 200 балів визначається за формулою

$$N = n + 100,$$

де  $n$  – бал фахового іспиту.

Фаховий іспит оцінюється з кроком в один бал. Заокруглення до цілого числа здійснюється за математичними правилами.

Вступник допускається до участі у конкурсі, якщо оцінка за виконання фахового іспиту складає не менше 110 за шкалою від 100 до 200 балів.

Програма обговорена та узгоджена на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій (протокол № 14 від 18 квітня 2023 р.)

Завідувач кафедри



В.В. Древецький

Програма розглянута та схвалена на засіданні приймальної комісії (протокол № 11 від 25 квітня 2023 р.)

Відповідальний секретар  
приймальної комісії



Р.В. Жомирук