

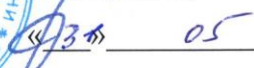


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Голова приймальної комісії

 Микола СТУПНІК

 05 2025 р.



**ПРОГРАМА**

фахового вступного випробування для прийому на навчання  
за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти  
на здобуття ступеня доктора філософії  
за спеціальністю **G3 «Електрична інженерія»**  
освітньо-професійні програми  
**«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

Кривий Ріг

2025 р.

**Тестові завдання склали:**

Канд. техн. наук, доцент кафедри електричної інженерії,

Ігор ПЕРЕСУНЬКО



(підпис)

Узгоджено на засіданні кафедри електричної інженерії,  
протокол № 13 від « 24 » квітня 2025 р.

гарант ОНП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
Завідувач кафедри електричної інженерії,

д-р. техн. наук, проф. Олег СІНЧУК



(підпис)

Узгоджено на засіданні вченої ради електротехнічного факультету,  
протокол № 8 від « 28 » квітня 2025 р.

Голова вченої ради електротехнічного факультету,  
канд. техн. наук, доц. Владислав ФЕДОТОВ



(підпис)

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1. Перелік дисциплін підготовки магістрів, що виносяться на фахове випробування .....	4
2. Порядок проведення фахового випробування .....	5
3. Критерії оцінювання тестових завдань різних рівнів складності .....	5
4. <i>Перелік тем та питань з дисциплін, що виносяться на фахове випробування</i> .....	5
5. Таблиця переведення тестових балів фахового іспиту до шкали 100 – 200 .....	10
Рекомендована література для підготовки до фахового випробування .....	10

## Вступ

Програма фахового випробування на здобуття ступеня «доктор філософії» за спеціальністю G3 «Електрична інженерія» (освітньо-наукова програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка») базується на системі підготовки магістрів за спеціальністю G3 «Електрична інженерія» (за старим переліком спеціальностей: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка).

**Метою фахового випробування** є комплексна перевірка знань вступників, отриманих в результаті вивчення навчальних дисциплін, які передбачені освітньо-професійною програмою та навчальними планами другого (магістерського) рівня.

**Завданням фахового випробування** є:

- оцінка теоретичної підготовки вступників з дисциплін фахової підготовки магістрів;
- виявлення рівня і глибини практичних умінь і навичок;
- визначення здатності застосування набутих знань, умінь і навичок при розв'язанні практичних ситуацій.

**До участі у фаховому випробуванні** допускаються особи, які дотрималися усіх норм і правил, передбачених чинним законодавством, Правилами прийому до Криворізького національного університету у 2025 році та Положенням про організацію прийому на навчання до Криворізького національного університету за ступенем «доктор філософії».

### **1. Перелік дисциплін підготовки магістрів, що виносяться на фахове випробування**

Програма фахового випробування для прийому на навчання з метою здобуття ступеня доктора філософії орієнтована на цикли нормативних навчальних дисциплін та вибіркового навчальних дисциплін за переліком програми підготовки магістрів, передбачених освітньо-професійною програмою спеціальності G3 «Електрична інженерія» (за старим переліком спеціальностей: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка). Фахове випробування охоплюють цикли дисциплін загально-професійної підготовки та професійно-орієнтованих дисциплін:

1. «Теоретичні основи електротехніки»
2. «Основи метрології та електричних вимірів»
3. «Електричні машини»
4. «Промислова електроніка».
5. «Електропостачання»
6. «Електропривод».
7. «Системи керування електроприводами».
8. «Перетворювальна техніка в електричних системах та комплексах».

## **2. Порядок проведення фахового випробування**

Фахове випробування проводиться в письмовій формі у відповідності з нормами чинного законодавства, Правилами прийому до Криворізького національного університету у 2025 році та Положенням про організацію прийому на навчання до Криворізького національного університету за ступенем «доктор філософії» у формі тестування за білетами. Для проведення фахового випробування створюється фахова атестаційна комісія. Білет фахового випробування містить 45 питань (по 15 питань кожного рівня складності). Час тестування - 2 астрономічні години (120 хвилин).

## **3. Критерії оцінювання тестових завдань різних рівнів складності**

Фахове випробування складається за білетами. Оцінка кожного питання залежить від рівня його складності. Правильна відповідь 1-го рівня складності оцінюється у 0,8 бала, відповідно 2-го та 3-го рівнів складності - 1,0 та 1,2 балів.

## **4. Перелік тем та питан з дисциплін, що виносяться на фахове випробування**

Дисципліна	Теми та питання
<b>«Теоретичні основи електротехніки»</b>	1. Основні поняття електричних кіл: коло, елемент, параметр, схема, вітка, вузол, контур. 2. Закони Ома і Кірхгофа. 3. Методи розрахунку лінійних електричних кіл постійного струму: еквівалентних перетворень, законів Кірхгофа, контурних струмів, вузлових потенціалів, еквівалентного генератора. 4. Основні поняття кіл синусоїдального струму: миттєве значення, амплітуда, фаза, початкова фаза, частота, період. 5. Основи символічного методу розрахунку кіл синусоїдального струму.

	<p>6. Резонанси струмів і напруг.</p> <p>7. Потужності в колах синусоїдального струму: миттєва, активна, реактивна, повна.</p> <p>8. Основні особливості та поняття трифазних кіл. З'єднання зіркою і трикутником.</p> <p>9. Аналіз трифазних кіл: симетричний та несиметричний режими при з'єднанні зіркою і трикутником.</p> <p>10. Розрахунок електричних кіл несинусоїдального струму.</p> <p>11. Аналіз перехідних процесів в електричних колах: закони комутації, класичний та операторний методи.</p>
<b>«Основи метрології та електричних вимірів»</b>	<p>1. Похибки вимірювань.</p> <p>2. Електромеханічні аналогові прилади.</p> <p>3. Цифрові вимірювальні прилади.</p> <p>4. Вимірювання електричних та неелектричних величин.</p>
<b>«Електричні машини»</b>	<p>1. Машини постійного струму: загальні відомості, обмотки, розрахункові співвідношення, реакція якоря, комутація; генератори, двигуни.</p> <p>2. Трансформатори: принцип дії, конструкція, розрахункові співвідношення.</p> <p>3. Машини змінного струму: асинхронні, синхронні, колекторні, конструкція і принцип дії, загальні та спеціальні властивості, характеристики.</p>
<b>«Промислова електроніка»</b>	<p>1. Напівпровідникові матеріали. <math>p</math>- і <math>n</math>-провідність. Електрично-дірковий перехід і його властивості.</p> <p>2. Напівпровідникові резистори. Варистори. Терморезистори: термістори і позистори. Фоторезистори. Тензорезистори. Лінійні резистори. Перетворювачі Холла.</p> <p>3. Напівпровідникові діоди. Побудова та принцип дії діода. Спеціальні типи напівпровідникових діодів: стабілітрони, фотодіоди, світлодіоди, тунельні діоди, варікапи.</p> <p>4. Біполярні транзистори. Побудова та принцип дії транзистора. Основні схеми вмикання і статичні характеристики біполярного транзистора.</p> <p>5. Біполярний транзистор як активний чотириполосник. (<math>h</math>-параметри). Основні режими роботи біполярного транзистора.</p> <p>6. Уніполярні (польові) транзистори. Польові транзистори з керуючим <math>p</math>-<math>n</math> переходом. Побудова та принцип дії транзистора.</p> <p>7. Перемикаючі напівпровідникові прилади (тиристори). Диністор. Триністор (керований діод).</p> <p>8. Спеціальні типи тиристорів (симістор, двоопераційний тиристор, оптронний тиристор).</p> <p>9. Робота однофазного двопівперіодного випрямляча з нульовим виводом на активне навантаження.</p> <p>10. Робота однофазного мостового випрямляча на активне навантаження.</p> <p>11. Інтегральні мікросхеми. Гібридні ІМС. Монолітні (напівпровідникові) ІМС</p> <p>12. Основні режими (класи) роботи підсилювачів. Зворотній зв'язок у підсилювачах.</p> <p>13. Операційні підсилювачі. Загальні відомості. Основні характеристики операційних підсилювачів.</p> <p>14. Використання ОП. Інвертуючі та неінвертуючі ОП, компаратори, тригер Шмітта.</p> <p>15. Інвертуючий суматор. Інтегруючий підсилювач (інвертор,</p>

	<p>диференціальний підсилювач.</p> <p>16. Мультивібратор з колекторно-базовими зв'язками у автоколебальному режимі.</p> <p>17. Одновібратор з колекторно-базовими зв'язками (чекаючий мультивібратор).</p> <p>18. Логічні елементи. Реалізація простих логічних функцій.</p> <p>19. Базові елементи логічних інтегральних мікросхем.</p> <p>20. Тригери. Загальні відомості та їх призначення. Тригери на біполярних транзисторах (симетричні тригери з лічильним запуском).</p> <p>21. Тригери на логічних елементах (<i>RS, D, T, JK</i>).</p> <p>22. Лічильники імпульсів.</p> <p>23. Перетворювачі кодів. Шифратори, дешифратори.</p> <p>24. Принцип побудова АЦП.</p> <p>25. Призначення та види ЦАП. Принцип побудови ЦАП.</p> <p>26. Основні поняття та види запам'ятовуючих пристроїв.</p> <p>27. Статичні і динамічні оперативні запам'ятовуючі пристрої (ОЗП).</p>
<b>«Електропостачання»</b>	<p>1. Характеристики електроприймачів, показники якості електричної енергії.</p> <p>2. Електричні навантаження та сучасні методи їх визначення; вибір перерізу кабельних ліній та провідників; вибір типу кабелів і способу прокладання.</p> <p>3. Вибір комутаційної апаратури; розрахунок струмів короткого замикання.</p> <p>Схеми розподілу електричної енергії; підстанції промислових підприємств та їх основне обладнання; режими роботи систем електропостачання; визначення необхідної компенсації реактивної потужності.</p>
<b>«Електропривод»</b>	<p>1. Розрахунок діаграм швидкості та моменту механізмів циклічної дії.</p> <p>2. Багатомасові механічні системи електропривода (ЕП). Розрахунок еквівалентних моментів та сил навантаження, моментів інерції та інерційних мас (відносно валу двигуна).</p> <p>3. Аналіз режимів роботи ЕП з позицій перетворення енергії.</p> <p>4. Розрахунок параметрів двигуна постійного струму (ДПС) незалежного збудження (НЗ) та ДПС послідовного збудження (ПЗ).</p> <p>5. Регулювання частоти обертання ДПС НЗ та ДПС ПЗ.</p> <p>6. Особливості реалізації та характеристики ДПС ПЗ у гальмівних режимах.</p> <p>7. Природні та штучні електромеханічні та механічні характеристики електродвигунів.</p> <p>8. Рівняння руху ЕП (для обертального та поступального руху). Аналіз характеру руху ЕП на основі рівняння руху.</p> <p>10. Розрахунок параметрів АД з фазним ротором та АД з короткозамкненим ротором.</p> <p>11. Розрахунок механічних характеристик АД з фазним ротором за формулою Клоса.</p> <p>12. Способи регулювання частоти обертання АД з фазним ротором та короткозамкненим ротором.</p> <p>13. Кутова і механічна характеристики СД. Особливості пуску СД.</p> <p>14. Вибір потужності електродвигунів для різних режимів роботи (<i>S1, S3, S7</i>).</p> <p>15. Частотно-регульований асинхронний ЕП.</p> <p>16. Система «Вентильний двигун» (структурні схеми, характеристики і режими роботи).</p>

	<p>17. Структура, характеристики та режими роботи нереверсивних ВЕП постійного струму.</p> <p>18. Структура, характеристики та режими роботи реверсивних ВЕП постійного струму з реверсом по колу збудження.</p>
<p><b>«Системи керування електроприводами»</b></p>	<p>1. Основи побудови систем керування електроприводами. Алгоритм функціонування, класифікація систем керування електроприводами (СКЕП) за призначенням. Алгоритм керування й принципи побудови СКЕП. Якість процесу керування в перехідному та усталеному режимах. Статичні та динамічні похибки СКЕП. Структурні перетворення в СКЕП. Особливості побудови статичних СКЕП. Особливості побудови астатичних СКЕП.</p> <p>2. Математичний опис систем керування електроприводами. Математичний опис систем керування електроприводами в змінних вхід-вихід.</p> <p>3. Математичні моделі об'єктів керування систем керування електроприводами.</p> <p>4. Системи регулювання кутової швидкості. Призначення й функціональна схема систем регулювання кутової швидкості. Регулятор швидкості: з від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю; із зворотними зв'язками за струмом; з від'ємним зворотним зв'язком за напругою; з від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю й додатним за струмом; з від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю й струмовим відтином.</p> <p>5. Аналогові системи підпорядкованого регулювання електроприводами. Загальний підхід до побудови систем підпорядкованого регулювання (СПР). Критерії оптимізації. Загальна оцінка. Модульний критерій оптимізації (МК). Симетричний критерій оптимізації (СК). Типові аналогові регулятори. Синтез коригувального пристрою і розрахунок параметрів контурів, оптимізованих за МК та СК. Динамічні характеристики одноразово та дворазово інтегровувальних систем регулювання швидкості. Вплив внутрішнього зворотного зв'язку за електрорушійною силою (ЕРС) двигуна на динаміку процесів у регуляторі швидкості.</p> <p>6. Системи регулювання електроприводів з двигунами змінного струму. Системи регулювання кутової швидкості з тиристорними регуляторами напруги (ТРН). Розрахунок системи з ТРН. Система регулювання швидкості “перетворювач частоти-асинхронний двигун” (ПЧ-АД): принципи побудови та розрахунку контурів. Регулятор швидкості з асинхронно-вентильним каскадом.</p> <p>7. Модальне керування електроприводами.</p> <p>8. Системи керування положенням та слідкуючі електроприводи.</p> <p>9. Системи релейно-контакторного керування електроприводами.</p>
<p><b>«Перетворювальна техніка в електричних системах та комплексах»</b></p>	<p>1. Призначення й класифікація силових перетворювачів для автоматизованого електроприводу. Аналіз трифазної мостової симетричної схеми за умов <math>\alpha=0</math>, <math>X_d \rightarrow \infty</math>. Основні розрахункові співвідношення.</p> <p>2. Комутація струмів керованого випрямляча. Схеми заміщення, розрахункові співвідношення, вплив комутації на статичні характеристики.</p> <p>3. Особливості електромагнітних процесів несиметричних мостових схем. Лінійні діаграми, розрахункові співвідношення.</p> <p>4. Двомостові несиметричні схеми. Алгоритми керування. Особливості розрахунку параметрів та вибору силових елементів.</p> <p>5. Принципи формування еквівалентного 12-фазного режиму</p>

перетворювача. Приклади схем, розрахункові співвідношення, гармоніки напруги та струму.

6.Режими роботи m-фазного випрямляча на зустрічну ЕРС. Спрощені аналітичні вирази, статичні розрахунки.

7.Реверсивна двомостова перехресна схема. Основні показники, розрахункові співвідношення.

8.Реверсивна двомостова зустрічно-паралельна схема. Основні показники, розрахункові співвідношення.

9.Реверсивна *H*-схема. Основні показники, розрахункові співвідношення.

10.Статичні та динамічні зрівняльні струми. Причини виникнення, методи розрахунку та обмеження.

11.Способи керування вентильними групами реверсивного перетворювача.

12.Структура роздільного керування. Принципи побудови алгоритмів роздільного керування. Приклад навести.

13. Залежні інвертори. Умови отримання інверторного режиму, характеристики. Аномальні режими інвертора.

14. Автономний інвертор напруги. Схема заміщення, особливості роботи та схемної реалізації.

15. Автономний інвертор струму. Схема заміщення, особливості роботи та схемної реалізації.

16.Безпосередній перетворювач частоти. Принцип формування кривої напруги,схемна реалізація.

17.Перетворювач частоти з проміжною ланкою постійного струму. Структура силової частини і системи керування. Характеристики, типи ПЧ.

18.Принципи фазового керування, лінійні діаграми характеристики, розрахункові співвідношення. Приклад схемної реалізації. Типи серійних ТРН.

19.Основні принципи побудови ШІМ. Вузли силової частини, схеми заміщення, лінійні діаграми, розрахункові співвідношення.

20.Коефіцієнт корисної дії статичного перетворювача. Складові втрат, розрахункові співвідношення.

21.Складові повної потужності перетворювального пристрою. Інтегральний метод розрахунку складових потужності та енергетичних коефіцієнтів.

22.Способи підвищення енергетичних показників. Ускладнені способи керування, принципи компенсації реактивних складових.

23. Гармоніки струму та напруги. Методики розрахунку, способи обмеження і компенсації.

24.Структури СІФУ. Принцип вертикального керування. Розрахункові співвідношення та статичні характеристики СІФУ з різною формою опорної напруги.

25.Структура цифрової СІФУ. Основні вузли, приклад практичної реалізації.

### 5. Таблиця переведення тестових балів фахового іспиту до шкали 100 – 200

Тестовий бал	Бал за шкалою 100 – 200
7	100
8	105
9	110
10	115
11	120
12	125
13	131
14	134
15	136
16	138
17	140
18	142
19	143
20	144
21	145
22	146
23	148
24	149
25	150

Тестовий бал	Бал за шкалою 100 – 200
26	152
27	154
28	156
29	157
30	159
31	160
32	162
33	163
34	165
35	167
36	170
37	172
38	175
39	177
40	180
41	183
42	186
43	191
44	195
45	200

### Рекомендована література для підготовки до фахового випробування

1. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемна техніка: теорія і практикум: Навч. посіб./ за ред. А.Г. Соскова. 2-ге вид.-К.: Каравела, 2004 - 432с.
2. Будяк А. Електроніка та мікросхемна техніка: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. -Київ - Тернопіль: 2001 - 382с.
3. Електроніка і мікросхемна техніка: Підручник для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за напрямками «Електромеханіка» та «Електротехніка»: У 4-х т./ за ред. В.І. Сенька. -К.: Обереги.
4. Бондаренко В.І. «Основи електричного привода». - Запоріжжя: ЗНТУ. 2003
5. Козачковський М.М. «Автономні перетворювачі та перетворювачі частоти». - Дніпропетровськ: НГА України .2000.
7. Національна енергетична програма України (НЕП). -К. Українські енциклопедичні знання. 2001
8. Попович А.Г. Теорія електропривода. - Київ: Вища школа, 1992. – 456 с.
9. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. Підручник. – К.: Либідь, 1997. – 544 с.

10. Системи керування електроприводами: Навч. посібник / А.П.Голуб, Б.І. Кузнецов, І.О. Опришко, В.П. Соляник. - К.: НМК ВО, 1992. - 352 с.
11. Плахтина О.Г., Мазепа С.С., Куцик А.С. Частотно-керовані асинхронні та синхронні електроприводи. – Львів: Видавництво НУ”ЛП”, 2002. – 228 с.
12. Рибалко М.П., Есауленко В.О., Костенко В.І. Теоретичні основи електротехніки. Лінійні електричні кола. – Донецьк: Новий світ, 2003. – 513 с.
13. Бойко В. С., Бойко В. В., Видолоб Ю. Ф. та ін. Теоретичні основи електротехніки. – К.: Політехніка, 2004. – 272 с.
14. Електричні машини : підручник / Б.Т. Кононов, Г.І. Лагутін, О.Б. Котов та ін.; за заг. ред. Б.Т. Кононова. – Харків : ХУПС, 2015. – 493 с.
15. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : підручник / В.І. Мілих, О.О. Шавьолкін; за ред. В.І. Мілих. –Київ : Каравела, 2012. – 688 с.
16. Белікова Л.Я. Електричні машини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л.Я. Белікова, В.П. Шевченко. – Одеса : Наука і техніка, 2012. – 478 с.
17. Андрієнко В.М. Електричні машини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом підгот. «Електротехніка та електротехнології» / В.М. Андрієнко, В.П. Куєвда. – К. : НУХТ, 2010. – 366 с.
18. Загірняк М.В. Електричні машини : підручник / М. В. Загірняк, Б. І. Невзлін. – Київ : Знання, 2009. – 399 с.
19. Яцун М.А. Електричні машини : навч. посіб. для студ. базового напрямку «Електромеханіка» / М.А. Яцун – 2-ге вид., стер. – Львів : Видво Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2004. – 440 с.
20. Зеленов А.Б. Теорія електропривода. Методика проектування електроприводів: підручник / А.Б. Зеленов. – Луганськ: вид-во «Ноулідж», 2010. – 670 с.
21. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепіков В.Б. та інші. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. Навч. посіб. за напрямом «Електромеханіка» / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепіков та інші. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
22. Л.В. Акімов та ін. Автоматизований електропривод: елементи, теорія, системи управління. 3000 запитань і відповідей для самостійного навчання і контролю знань: навчальний посібник для студ. вищих навчальних закладів / Л. В. Акімов, П.А. Качанов, А. Н. Черенов. – Харків: Видавництво «Підручник НТУ «ХП», 2011. – 532 с.
23. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: навч. посібник / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепіков та ін.; за ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
24. Шестеренко Е.В. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. – Вінниця: «Нова книга», 2004.

25. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум: Навч. посіб./ За ред. А.Г. Соскова. 2-е вид. - К.: Каравела, 2004-432с.

26. Буняк А. Електроніка та мікросхема техніка: Навчальний посібник для вищих учбових закладів. - Київ-Тернопіль: 2001-382 с.

27. Конспект лекцій з дисципліни «Цифрові системи керування в електромеханіці» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» усіх форм навчання. Частина 1. / Данилейко О.К., Рожненко Ж.Г. – Кривий Ріг: Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2017. – 112 с.