

ЗАТВЕРДЖЕНО

**Ректор Дніпровського
державного
технічного університету**

Віталій Гуляєв

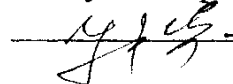
“ 26 ”

2024 р.

ПРОГРАМА

**додаткового вступного випробування
для вступу на освітньо-наукову програму доктора філософії
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

Гарант освітньо-наукової програми
зі спеціальності 141
Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
докт. техн. наук, професор,
завідувач кафедри ЕТЕМ,

 **Віктор Нізімов**

Кам'янське
2024

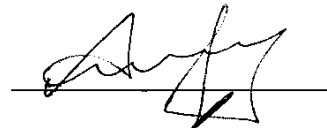
РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО
Дніпровським державним технічним університетом

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

Олександр Садовий, докт. техн. наук, професор,
професор кафедри електротехніки та електромеханіки



Олександр Дерещ, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри електротехніки та електромеханіки



Олег Ключев, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри електротехніки та електромеханіки



Гарант ОНП зі спеціальності 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка, докт. техн. наук,
професор, завідувач кафедри ЕТЕМ,
Віктор Нізімов,



ВСТУП

Метою програми додаткового вступного іспиту освітньо-наукового рівня вищої освіти для здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» на основі здобутого ступеня магістра (ОКР спеціаліста) є виявлення у вступників, які навчалися за освітніми програмами, відмінними від програми за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та бажаючих продовжити своє навчання за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», базових компетентностей, необхідних для навчання за третім (освітньо-науковим рівнем) вищої освіти обраної спеціальності.

Задачею додаткового вступного іспиту є визначення у вступників сформованої системи знань та умінь з базових фахових дисциплін. Перелік питань програми додаткового фахового вступного випробування для здобуття вищої освіти за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» наведений нижче і охоплює матеріал обов'язкових дисциплін, які регламентовані освітніми програмами підготовки бакалаврів та магістрів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Матеріал цих дисциплін представлений у 12 екзаменаційних білетах. Кожен з білетів складається з 3-х теоретичних питань з обов'язкових дисциплін.

Методика проведення вступного випробування.

Вступне випробування проводиться у письмовій формі. На початку випробування члени предметної комісії інформують вступників про порядок проведення випробування та правила оформлення письмових відповідей, видають вступникам екзаменаційні білети за варіантами і спеціально роздруковані листи для відповідей на питання. Лише на цих листах вступники наводять відповіді на поставлені питання, підписують їх та вказують дату. Тривалість вступного іспиту не більше 2-х академічних годин (90 хв.) без перерви. На організаційну частину фахового випробування, яка включає в себе роз'яснення процедури проведення випробування із зазначенням вимог до оформлення і критеріїв оцінювання відповідей, видачу білетів і листів відповідей, відводиться до 10 хвилин, для відповіді на основні питання екзаменаційного білету вступнику дається по 25 хвилин і на заключну частину, що складається зі збору білетів і письмових робіт у випускників членами конкурсної комісії відводиться до 5 хвилин.

По закінченні часу, відведеного на складання вступного іспиту, проводиться перевірка відповідей та їх оцінювання. Оцінка проводиться всіма членами комісії. Члени конкурсної комісії приймають спільне рішення щодо оцінки відповіді на кожне питання екзаменаційного білета. Такі оцінки виставляються на аркуші з відповідями вступника.

Підведення підсумку вступного випробування здійснюється

шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість та ознайомлення вступника з результатами випробування.

Результати письмового додаткового фахового випробування можуть бути оскаржені в порядку, передбаченому правилами прийому до аспірантури.

ПЕРЕЛІК ТЕМ ТА ПИТАНЬ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ДОДАТКОВЕ ВИПРОБУВАННЯ

I. Основи метрології та електротехнічних вимірювань

1. Загальні питання метрології стосовно електровимірювальної техніки
2. Статистичні методи оцінки похибок вимірювань
3. Вимірювання струму, напруги та параметрів електричних кіл аналоговими приладами
4. Вимірювання потужності та енергії, контроль якості електроенергії.
5. Електромеханічні фазометри та частотоміри
6. Цифрові та реєструвальні вимірювальні прилади.
7. Вимірювання магнітних та неелектричних величин.

II. Електричні апарати

1. Основи теорії електричних апаратів
2. Комутаційні і пускорегулювальні апарати низької напруги і реле
3. Електричні апарати високої напруги
4. Пристрої перетворення, діагностування, захисту електромеханотронних перетворювачів, їхні основні функції, складові та технічні засоби.

II. Теоретичні основи електротехніки

1. Фізичні основи теорії електричних кіл
2. Електричні кола постійного струму
3. Електричні кола змінного синусоїдного струму
4. Індуктивно-зв'язані кола синусоїдного струму
5. Електричні кола трифазного струму
6. Електричні кола несинусоїдного струму
7. Магнітні кола при постійних потоках
8. Нелінійні електричні кола постійного струму
9. Нелінійні електричні кола змінного струму

III. Джерела електричної енергії та системи електропостачання

1. Характеристика джерел енергії, типи та основні параметри первинних перетворювачів електричної енергії для автономних систем живлення стаціонарних та рухомих об'єктів.

2. Типи електричних генераторів та структури систем автоматичного керування електрогенераторними установками з теплоенергетичним, вітровим та водяним рушієм.
3. Електрохімічні генератори на паливних комірках. Гібридизація бортових джерел живлення для електротяги рухомих об'єктів, стратегії автоматичного керування та функції системи енергетичного менеджменту.
4. Автономні системи електроживлення з поновлювальними джерелами енергії.
5. Акумулятори і накопичувачі енергії для електроживлення (електрохімічні, електричні, електромеханічні): будова принцип роботи та основні показники.
6. Нетрадиційні електромеханічні системи. Вітрогенераторні системи з постійною та змінною швидкостями турбіни. Структури систем оптимального керування вітрогенераторними установками. П'єзоелектричні перетворювачі та їх застосування в електромеханічних системах.

IV Електричні мережі, комплектне обладнання станцій та підстанцій

1. Характеристики струмів і напруг в аномальних і аварійних режимах розподільчих мереж та основних електроспоживачів.
2. Використання основних типів релейного захисту, розрахунки і вибір параметрів апаратури.
3. Типи електричних навантажень.
4. Коротке замикання в системах електропостачання.
5. Захист електроустановок.
6. Конструкція ліній електричних мереж.
7. Розрахунок електричних мереж.
8. Режимы електроенергетичних систем.
9. Якість електричної енергії та її забезпечення.
10. Техніко-економічні розрахунки в електричних мережах.
11. Оптимізація режимів електроенергетичних систем.

V. Промислова електроніка та перетворювальна техніка

1. Некеровані випрямлячі змінного струму.
2. Керовані тиристорні випрямлячі одно- та трифазного струму.
3. Інвертори струму та напруги.
4. Резонансні інвертори.
5. Тиристорні та транзисторні перетворювачі частоти змінного струму.
6. Стабілізатори напруги та струму.
7. Широтно-імпульсні перетворювачі.
8. Системи імпульсно-фазового керування.
9. Магнітно-тиристорний перетворювач напруги.
10. Активні фільтри. Фільтро-компенсуючі пристрої.

11. Електромеханічні пристрої автоматизованих електроприводів.
12. Давачі та задавачі координат електроприводу.

VI. Теорія електропривода

1. Різновиди та елементи електропривода.
2. Механіка електропривода.
3. Машини постійного струму, трансформатори, асинхронні машини, синхронні машини.
4. Статичні характеристики електропривода.
5. Усталений та перехідний режими роботи електропривода.
6. Означення та загальна функціональна схема електромеханічної системи.
7. Характеристики типових навантажень регульованих електроприводів.
8. Розрахункові схеми та математичні моделі механічної частини електроприводів. Рівняння руху.
9. Режими роботи електроприводів.
10. Структурна схема та математична модель узагальненої електричної машини. Режими перетворення електричної енергії. Конструктивні властивості, характеристики та режими роботи, електромеханічні властивості та структурні схеми електроприводів постійного та змінного струмів.
11. Регулювання положення. Автоматичне відпрацювання заданих переміщень. Слідкуючий електропривод. Ковзні режим першого та другого порядків у замкнених системах керування електроприводами.
12. Динамічні режими роботи електроприводів. Динаміка електромеханічних систем із жорстким та пружним кінематичним зв'язком.
13. Енергетика електроприводів. Розрахунок та вибір потужності електродвигунів. Оптимізація технологічних режимів об'єктів керування, енерго- та ресурсозбереження засобами електроприводу.
14. Електромеханотронні перетворювачі з погляду функціональної електромеханіки, енергетична та інформаційна підсистеми електромеханотронних перетворювачів.

VII. Теорія автоматичного керування

1. Принципи побудови систем автоматичного керування (САК).
2. Засоби опису безперервних лінійних САК.
3. Часові та частотні характеристики САК та їх елементів.
4. Стійкість безперервних лінійних систем керування. Аналіз якості керування лінійних безперервних систем.
5. Підвищення якості та синтез лінійних систем керування. Методи аналізу динамічних властивостей електромеханічних систем. Передавальні та перехідні функції електромеханічних систем та їх елементів.
6. Стійкість лінійних та нелінійних систем. Алгебраїчні критерії, частотні критерії, функція Ляпунова, критерій Попова.
7. Цифрові та аналогові системи автоматизації електротехнічних та електротехнологічних комплексів. Типові структури аналогових та цифрових систем керування. Аналогові та дискретні задавачі та виконавчі механізми.

Дискретизація аналогових сигналів. Перетворення аналогових та цифрових сигналів. Аналогова та цифрова фільтрація. Аналогові та цифрові ПД-регулятори, їх моделі та реалізація. Логічні контролери.

8. Методи синтезу лінійних, нелінійних та дискретних систем автоматичного керування із заданими показниками якості динаміки та статички. Лінеаризація зворотними зв'язками. Адаптивні, модальні, робастні та багатоканальні системи автоматичного керування. Застосування принципів адаптивного та робастного керування в електромеханічних системах.

9. Задача і методи оптимального керування. Використання динамічного програмування, принципу максимуму та варіаційного числення для вирішування задач оптимального керування. Функціональні рівняння Белмана. Самоналагоджувальні пошукові системи екстремального керування.

10. Мікропроцесорне керування електромеханічними системами. Мікроконтролери. Сигнальні процесори.

11. Особливості побудови та функціонування установок: електромеханічних, електротермічних, електрозварювальних, електростатичних, електрохімічних, електроіскрових, магнітостатичних та магнітодинамічних.

12. Інтелектуальні системи керування на основі принципів нечіткої логіки та штучних нейронних мереж. Архітектура штучних нейро- та нейро-фазі регуляторів. Синтез нейро- та фазі-регуляторів. Еволюційні алгоритми в задачах оптимального керування. Метод генетичного алгоритму і його модифікації. Застосування генетичного алгоритму для синтезу систем керування.

VIII. САПР електроенергетичних та електромеханічних систем

1. Формальне представлення структури об'єктів за допомогою графів. Моделювання ЕМП методами теорії електричних кіл. Матриці які відображають структуру об'єктів. Топологічне рівняння вузлового методу складання математичних моделей. Нормальне дерево схеми. Метод змінних стану.

2. Математичне та цифрове моделювання детермінованих та стохастичних електромеханічних систем, комплексів та їх елементів. Типові нелінійності та їх математичні моделі. Моделювання випадкових процесів. Універсальні програмні середовища та математичні пакети як засоби для симулювання режимів електромеханічних систем.

3. Методи аналізу статичних станів об'єктів проектування. Явні і неявні методи розв'язання систем ЗДР. Розрахунок на ЕОМ частотних характеристик. Перехід від системи диференціальних рівнянь до передатної функції. Використання функціонально-перетворених матриць для аналізу стійкості лінійних систем. Критерії розташування спектра матриці стану усередині заданої області.

4. Постановка і формалізація задач оптимізації. Загальні властивості методів багатопараметричної оптимізації. Методи пасивного пошуку. Метод статистичних випробувань. Прямі методи пошуку. Градієнтні методи пошуку. Стохастичні методи оптимізації.

5. Матриці інцидентів та суміжності. Оптимізаційні задачі на графах. Основні етапи алгоритму метода гілок і границь. Покриваюче дерево на графі, алгоритм побудови мінімального покриваючого дерева. Алгоритм пошуку найкоротших шляхів. Хвильовий алгоритм. Особливості САПР як об'єкта проектування. Метод критичного шляху.

ІХ. Системи автоматизації технологічних комплексів

1. Ідентифікація технологічних об'єктів керування. Аналітичні моделі багатозв'язних систем. Ідентифікація одномірних детермінованих об'єктів. Ідентифікація багатомірних об'єктів. Динамічна ідентифікація. Визначення динамічних характеристик об'єкта керування по її кривій розгону.

2. Види автоматизованого режиму роботи АСУТП. Переваги систем автоматизації на основі мікропроцесорної техніки. Розподілені системи керування, призначення і особливості побудови. Системи автоматизації на основі ПЛК, переваги і недоліки. Мови програмування для ПЛК, їх характеристики.

3. Стандартні послідовні інтерфейси. Визначення дуплексних інтерфейсів. Архітектура ПЛК, переваги і недоліки різних архітектур. Технології компоновки ПЛК. Призначення аналогових та дискретних виведень ПЛК. Структура робочого циклу ПЛК. Розподіл часу робочого циклу та правила вимірювання його тривалості. Функція контролю часу робочого циклу.

4. Призначення контролерів початкового рівня, типові представники таких контролерів. Контролери нижнього рівня. Задачі, які розв'язує міжнародний стандарт МЕК-61131. Структура стандарту. Коротка характеристика мов програмування стандарту. Функції спеціалізованих пакетів для програмування.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Вступне випробування проводять за затвердженим комплектом екзаменаційних білетів. Кількість варіантів білетів має забезпечити самостійність виконання завдання кожним вступником.

За своїм змістом екзаменаційні білети побудовано таким чином, щоб під час виконання вступного випробування вступникові не було необхідності користуватися допоміжними матеріалами та обчислювальними пристроями.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Під час вступного випробування здобувачам дозволяється користуватися лише ручкою та листами вступного випробування. При виявленні факту використання абітурієнтом недозволених матеріалів або пристроїв екзаменаційна комісія має право припинити випробування абітурієнта і виставити йому незадовільну оцінку.

Відмова від написання фахового вступного випробування за екзаменаційним білетом атестується як незадовільна відповідь.

Письмові роботи з фахового вступного випробування оцінюють за

системою ECTS (100-бальною шкалою).

Повна, правильна та обґрунтована відповідь на питання екзаменаційного білету, який складається з трьох основних та трьох додаткових питань, оцінюється такою кількістю балів:

- кожне основне питання – 20 балів;
- кожне додаткове питання – 13.3 балів;

Таким чином, кожна з відповідей оцінюється окремо, після чого отримані бали підсумовуються:

$$R_s = \sum R_i, i = 1 \dots 6,$$

де R1-R6 – дійсне значення оцінки на кожне питання екзаменаційного білету.

Критерії оцінювання відповідей на основні питання екзаменаційного білету:

- логічність, послідовність та повнота викладення матеріалу: 3-5 балів;
- рівень володіння теоретичними знаннями: 3-5 балів;
- правильність застосовування правил, методів, принципів, законів у конкретних ситуаціях: 4-6 балів;
- вміння робити обґрунтовані висновки: 2-4 бали.

Критерії оцінювання відповідей на додаткові питання екзаменаційного білету:

- логічність, послідовність та повнота викладення матеріалу: 2-4 балів;
- рівень володіння теоретичними знаннями: 2-4 балів;
- правильність застосовування правил, методів, принципів, законів у конкретних ситуаціях: 1-3 балів;
- вміння робити обґрунтовані висновки: 1-3 бали.

Максимальна сумарна кількість балів набраних вступником за вступне випробування (значення рейтингу вступного іспиту) становить 100 балів. Відповідність сумарної кількості набраних вступником балів оцінкам за шкалою ECTS і традиційним екзаменаційним оцінкам наведена в таблиці:

Сума балів	ECTS-оцінка	Екзаменаційна оцінка
95...100	A – Відмінно	Відмінно
85...94	B – Дуже добре	Добре
75...85	C – Добре	Добре
65...74	D – Задовільно	Задовільно
60...64	E – Достатньо (задовольняє)	Задовільно
<60	FX – Незадовільно	Незадовільно

При цьому підсумкові традиційні оцінки мають відповідати таким узагальненим критеріям:

-ВІДМІННО – вступник демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в заданому обсязі, відсутність помилок в тексті відповідей, правильні відповіді на не менше ніж два додаткових питання.

-ДОБРЕ –вступник допускає несуттєві неточності в тексті відповідей та додаткових питаннях, має труднощі в трансформації умінь у нових умовах.

-ЗАДОВІЛЬНО –вступник знає основний теоретичний матеріал, але допускає неточності в тексті відповідей та додаткових питаннях, що не є перешкодою до подальшого навчання. Уміє використовувати знання для вирішення стандартних завдань.

НЕЗАДОВІЛЬНО –вступник не дав відповідь на окремі питання білету, дає невірні відповіді на додаткові питання, не здатен застосувати знання на практиці, що робить неможливим його навчання в аспірантурі.

За отриманими оцінками складається рейтинг вступників, що використовується при зачисленні їх до аспірантури за держзамовленням чи за кошти фізичних і юридичних осіб.

При однакових оцінках декількох вступників перевага надається вступникові з підтвердженими науковими здобутками, в якості яких можуть розглядатися публікації у наукових виданнях, доповіді на конференціях, науковий реферат за темою дисертації.

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ ВСТУПНОГО ДОДАТКОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

Основні питання

1. Структурна схема та математична модель узагальненої електричної машини.
2. Усталені режими роботи електроприводу.
3. Універсальні програмні середовища та математичні пакети MathCAD та MATLAB як засоби для симулювання режимів електромеханічних систем.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теорія електроприводу. За ред. М.Г. Поповича. - Київ: “Вища школа”, 1993. - 495с.
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. - Київ: Либідь, 2007.- 657с.
3. Попович М.Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. та ін. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. – Київ, «Либідь», 2005.-697с
4. Півняк Г.Г., Волков О.В. Сучасні частотно-регульовані електроприводи з широтно-імпульсною модуляцією: Монографія. - Дніпропетровськ, НГУ, 2006. - 470 с.
5. Костинюк Л.Д., Мороз В.І., Паранчук Я.С. Моделювання електроприводів. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2004. - 404 с.
6. Ткачук В.І. Електромеханотроніка. Підручник. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2006. - 440 с.

7. Колонтаєвський, Ю.П. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум: навч. посібник для студ. вищих навч. закладів, які навч. за напр. "Електромеханіка" та "Електротехніка" / Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков ; за ред. А.Г. Соскова. 2-ге вид., випр. Київ: Каравела, 2004.– 429 с.
8. Електроніка та мікросхемотехніка: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Електромеханіка» / А. А. Щерба, К. К. Побєдаш, В. А. Святненко. – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. - 360 с.
9. Бойко В.І., Гуржій А.М. та ін. Схемотехніка електронних систем. Книга 3 - Мікропроцесори та мікроконтролери. - Київ: Вищі школа, 2004 - 400с.
10. Сенько В.І., Трубіцин К.В., Чибеліс В.І. Силова перетворювальна техніка: навч. посібник – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.– 241 с.
11. Журахівський А.В., Кінаш Б.М., Пастух О.Р. Надійність електричних систем і мереж. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 280с.
12. Бобало Ю.Я. Математичні моделі та методи аналізу надійності радіоелектронних, електротехнічних та програмних систем. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 300с.
13. Єсаулов С.М., Бабічева О.Ф. Аналіз, синтез і проектування цифрових систем керування: навч. посіб. – ХНУМГ, 2018.-151с.
14. Кравчук С.О., Лисенко О.І. Основи теорії цифрових систем автоматичного керування: навч. посіб. – КПІ, 2021.-196с.
15. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Дніпро: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.
16. Тимченко А. А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Підручник / за ред. В.І. Бикова.- 2 вид. – Київ: Либідь, 2003. – 272 с.
17. Журахівський А.В., Яцейко А.Я. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. -140с.
18. Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є., Гунько І.О. Оптимізація режимів електричних мереж з відновлюваними джерелами електроенергії. - Вінниця: ВНТУ, 2017. – 136с.
19. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи. – Львів: Львівська політехніка, 2009. – 492с.
20. Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є. Лук'яненко Ю.В. Основи теорії планування експерименту. Вінниця: ВНТУ, 2006.–167 с.
21. Статюха Г.О., Складаний Д.М., Бондаренко О.С. Вступ до планування оптимального експерименту. Київ: «Політехніка», 2011. – 117 с.
22. Олійник М. Й. Електротехнологічні об'єкти та їх електропостачання: навч. посібник / М. Й. Олійник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 344 с.
23. Милосердов В. О. Електротехнологічні установки та пристрої / Навчальний посібник. Вінниця. ВНТУ, 2009. –135с.

24. Чорний О. П., Луговой А. В., Родькін Д. Й., Сисюк Г. Ю., Садовой О. В. Моделювання електромеханічних систем: Підручник. – Кременчук, 2001. – 410 с.
25. Сегеда М.С. Математичне моделювання в електроенергетиці: навч. посіб./ М.С. Сегеда. – Львів: вид-во НУ «Львівська політехніка», 2002. – 300 с.
26. Перехідні процеси в системах електропостачання: підруч. для вузів/ Г.Г. Півняк, В.М. Винославський, А.Я. Рибалко, Л.І. Несен. – 2-е вид., доправ. та доп. – Дніпро: Нац. гірн. ун-т, 2002. – 597 с.
27. Загірняк М.В., Клепиков В.Б., Ковбаса С.М., Михальський В.М., Пересада С.М., Садовой О.В., Шаповал І.А. Енергоефективні електромеханічні системи широкого технологічного призначення/ Інститут електродинаміки, Національна академія наук України, Київ, 2018 – 311с.
28. Бочков В. М., Сілін Р. І. Обладнання автоматизованого виробництва. Видавництво: Львівська політехніка, 2015.- 404 с.
29. Синеглазов В.М., Сергеев І. Ю. Автоматизація технологічних процесів. Видавництво: НАУ, 2015. – 444 с.
30. Григоров О.В., Петренко Н.О. Вантажопідйомні машини: Навч. посіб. – Харків: НТУ «ХП», 2005. – 304 с.

Голова фахової експертної комісії

зі спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

докт. техн. наук, професор,

професор кафедри електротехніки та електромеханіки

Олександр Садовий

