

**МОН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи та
міжнародних зв'язків



Віталій ХАРУТА

“02” квітня 2026 р.

**ПРОГРАМА
АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ
за освітньо-професійною програмою
«ЕКСПЛУАТАЦІЯ СУДНОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ
І ЗАСОБІВ АВТОМАТИКИ»**

**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт»
галузі знань 27 «Транспорт»**

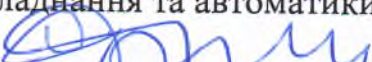
Освітня кваліфікація

Бакалавр з експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики

**Київ
2026**

Програму атестаційного екзамену за освітньо-професійною програмою «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» для атестації випускників першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт» спеціалізації 271.03 «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» галузі знань 27 «Транспорт» у 2025/2026 навчальному році розроблено кафедрою електрообладнання та автоматики водного транспорту.

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту 12 березня 2026 року, протокол № 8.

Завідувач кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту
канд. техн. наук, доцент  Сергій ТАРАНЕНКО

12 березня 2026 р.

Розглянуто та схвалено на засіданні методичної комісії Навчально-наукового Київського інституту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного 18 березня 2026 року, протокол № 6.

Голова методичної комісії НКІВТ
канд. юрид. наук, доцент  Олександр ЄЛІАЗАРОВ

18 березня 2026 р.

Розглянуто та схвалено на засіданні Вченої ради Навчально-наукового Київського інституту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного 25 березня 2026 року, протокол № 8.

Голова Вченої ради НКІВТ
доктор техн. наук, професор  Олена ТИМОЩУК

25 березня 2026 р.

Розглянуто та схвалено на засіданні Науково-методичної ради Національного транспортного університету 02 квітня 2026 року, протокол № 31

Голова Науково-методичної ради,
канд. техн. наук, професор  Олександр МЕЛЬНИЧЕНКО

02 квітня 2026 р.

02 квітня

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Загальні положення | 4 |
| 1. Дисципліна «Електроніка і схемотехніка» | 5 |
| 2. Дисципліна «Теорія електроприводу та електричні машини» | 8 |
| 3. Дисципліна «Суднові автоматизовані електроенергетичні установки та системи управління» | 10 |
| 4. Завдання для виконання на симуляторі | 14 |
| Критерії оцінювання досягнутих результатів навчання | 18 |
| Додаток А. Форма білету атестаційного екзамену | 20 |

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Атестаційний екзамен є формою атестації випускників за освітньо-професійною програмою «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт» спеціалізації 271.03 “Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики” галузі знань 27 «Транспорт» у 2025/2026 навчальному році.

Атестаційний екзамен передбачає оцінювання досягнутих практичних результатів навчання, визначених освітньо-професійною програмою «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» для атестації.

Програму атестаційного екзамену за освітньо-професійною програмою «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» для атестації випускників першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт» спеціалізації 271.03 “Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики” галузі знань 27 «Транспорт» розроблено кафедрою Електрообладнання та автоматики водного транспорту на основі цієї освітньо-професійної програми.

Атестаційний екзамен проводять у формі виконання практичних завдань з використанням симулятора ERS 5000. Процедура проведення атестаційного екзамену може змінюватись у разі несприятливої безпекової ситуації.

Білет атестаційного екзамену містить три завдання двох рівнів складності з основних профільюючих дисциплін.

1. ДИСЦИПЛІНА «ЕЛЕКТРОНІКА І СХЕМОТЕХНІКА»

1. Види сигналів в електронній техніці

Сигнал. Енергія, середня потужність, середнє квадратичне значення сигналу. Шуми та перешкоди. «білий» шум. Спотворення сигналу. «Корисний сигнал. Розмірність сигналу. Аналоговий (безперервний) сигнал. Дискретний сигнал. Квантований сигнал. Цифровий сигнал. Детерміновані, стохастичні сигнали. База сигналу.

2. Математичний опис сигналів

Часовий опис. Частотний (спектральний) опис. Операторний опис сигналів. Теорема Найквіста-Котельникова. Частота дискретизації. Квантування по рівню. Одиничний стрибок (функція Хевісайда). Дельта-функція (функція Дірака), Гармонічне коливання. Теорема Фур'є. Параметри гармонійного сигналу: амплітуда, частота, кутова швидкість, початкова фаза, повна фаза.

3. Резистори.

Активний опір. Резистори. Спеціальні типи резисторів. Постійні, змінні резистори. Температурний коефіцієнт опору. Номінальна потужність розсіювання. Напруга власних шумів. Умовне позначення резисторів. Типові схеми включення резисторів.

4. Конденсатор. Індуктивність.

Реактивний опір. Класифікація конденсаторів та котушок індуктивності. Конденсатори та котушки індуктивності постійної та змінної ємності та індуктивності. Електролітичні конденсатори. Співвідношення між струмом, енергією та потужністю в конденсаторі. Умовне позначення конденсаторів та котушок індуктивності. Типові схеми включення конденсаторів та котушок індуктивності.

5. Електричні фільтри.

Визначення. Полоса пропускання. Полоса загасання. Фільтруючі властивості. Резонанс струму. Резонанс напруги. Резонансна частота. Послідовний і паралельний коливальні контури. Фільтри симетричних Т- або П-подібних схем. Z-параметри чотирьохполюсників. Фільтр низьких, високих частот. Смуговий фільтр. Режекторний фільтр. Характеристичний опір фільтра. Частотні характеристики фільтра.

6. Фізичні основи електронної техніки

Хімічний елемент. Періодичний закон Менделєєва. Загальні відомості про будову атомів. Валентні електрони. Іонізація атома. Квантова теорія будови атома. Гіпотеза М. Планка. Постійна Планка. Постулати Н. Бора. Квант енергії. Гіпотеза Луї де Бройля. Хвилі де Бройля. Принцип невизначеності В. Гейзенберга. Принцип Паулі. Квантові числа: головне, орбітальне, магнітне, спінове. Електрона формула хімічного елемента. Енергетичні рівні. Енергетична структура твердого тіла. Провідники, напівпровідники, діелектрики.

7. Властивості напівпровідників.

Власна електропровідність напівпровідників. Вільні електричні заряди. Вакантне місце в атомі – «дірка». Пара носіїв електричних зарядів «електрон - дірка». Рекомбінація зарядів. Ковалентний зв'язок. Домішкова електропровідність

напівпровідників: донорна, акцепторна. Іони домішок. Дрейф носіїв заряду. Дрейфовий струм. Основні і неосновні носії заряду. Дифузія носіїв заряду. Електронно-дірковий (р-п-перехід) перехід. Вентильна властивість р-п-переходу.

8. Напівпровідникові діоди.

Електронно-дірковий (р-п) перехід, контакт «метал - напівпровідник» - гетероперехід. Площинні діоди, точкові діоди. Випрямні діоди. Вольт-амперна характеристика р - п- переходу. Номінальний середній прямий струм. Номінальна середня пряма напруга. Напруга відсічення. Пробивна напруга. Номінальна зворотна напруга. Номінальне значення зворотного струму. Динамічний (диференціальний) опір.

9. Спеціальні типи напівпровідникових діодів.

Варикапи. Керована напівпровідникова ємність. Добротність бар'єрної ємності варикапа. Схематичне зображення варикапа. Стабілітрони. Зенеривський, лавинний пробій. Схематичне зображення стабілітрона. Тунельні діоди. Тунельний ефект. Фотодіоди. Фотоефект. Фотострум. Світлодіоди. Рекомбінація носіїв зарядів. Багатошарові діоди – діністори.

10. Біполярні транзистори.

Транзистори *n-p-n*- і *p-n-p*-типу. База, емітер, колектор транзистора. Колекторний і емітерний переходи. Режими роботи транзистора: активний (підсилення), відсічення, насичення, інверсний. Коефіцієнт передачі струму емітера. Коефіцієнтом посилення струму бази. Зворотний струм емітерного переходу. Інжекція основних носіїв. Вольт-амперні характеристики біполярних транзисторів. Робоча точка транзистора.

11. Уніполярні (польові) транзистори.

Загальні визначення. Виток (Source), стік (Drain), затвор (Gate) польового транзистора. Типи польових транзисторів: транзистори з керуючим рп-переходом, транзистори із ізольованим затвором. Режими роботи. Вольт-амперні характеристики уніполярних транзисторів. Схеми включення транзисторів: із загальним витокком, із загальним затвором, із загальним стоком. Транзистори з -каналом, транзистори з р-каналом.

12. Оптиелектронні пристрої.

Фотоелектричні прилади на основі зовнішнього фотоефекту. Прилади фотоелектричні на основі внутрішнього фотоефекту. Світлодіоди. фотокатод і анод. Вольт-амперна характеристика фотоелемента. Світлова характеристика фотоелемента. Спектральна характеристика фотоелемента. Фотоелектронні помножувачі. Прилади фотоелектричні на основі внутрішнього фотоефекту. Фоторезистори. Фотодіоди. Фототранзистори. Світлодіоди. Світлодіоди з випромінюванням у видимій частині спектру, світлодіоди з випромінюванням в інфрачервоній частині спектра. Оптрони. Оптрони: транзисторний, тиристорний, фоторезисторний.

13. Операційні підсилювачі (ОП).

Властивості операційних підсилювачів. Зворотній зв'язок у схемах на базі операційних підсилювачів. Умовне схемне зображення ОП. Внутрішня структура операційного підсилювача. Диференціальний коефіцієнт посилення ОП. Напруга компенсації нуля. Коефіцієнт посилення синфазного сигналу. Коефіцієнт ослаблення синфазного сигналу. Вихідний опір ОП. Вхідний опір ОП. Інвертуючий

підсилювач. Неінвертуючий підсилювач. Повторювач напруги на базі ОП. Підсумовуюча схема на основі ОП.

Тема 14. Компаратори напруги.

Загальні відомості. Амплітудна характеристика. Неінвертуючий, інвертуючий компаратори. Швидкодія компараторів різних типів. Типові схеми компараторів: компаратори без позитивного зворотного зв'язку (двовходові, одновходові), з позитивним зворотним зв'язком (тригер Шмідта). «Брязкіт» компараторів.

15. Вторинні джерела електроенергії.

Загальні визначення. Класифікація вторинних джерел живлення. Випрямлячи. Інвертори. Структура лінійного випрямляча. Призначення структурних одиниць лінійного випрямляча: силовий трансформатор, вентильна схема, злагоджувальний фільтр, стабілізатор напруги, схеми керування та захисту. Двопівперіодний випрямляч за мостовою схемою. Якість вихідної енергії: частота пульсацій, пульсність, середнє значення випрямленої напруги, коефіцієнт пульсації вихідної напруги. Параметри вентильних елементів: середнє значення струму, максимальнє значення зворотної напруги.

16. Імпульсні джерела живлення.

Загальні визначення. Структурна схема імпульсного джерела живлення: мережевий випрямляч з ємнісним фільтром, високочастотний інвертор випрямленої напруги, пристрій керування високочастотним інвертором, вихідний високочастотний випрямляч з ємнісним фільтром, схема керування. Принципи побудови високочастотних регульованих інверторів.

17. Підсилювач сигналів на біполярному транзисторі.

Загальні визначення. Класифікація підсилювачів. Параметри підсилювачів: коефіцієнт підсилення (за напругою, за струмом, за потужністю), вхідний і вихідний опір. Лінійний та нелінійний режими роботи. Характеристики лінійного режиму роботи: амплітудна, амплітудно-частотна, фазочастотна. Робочий діапазон, динамічний діапазон. Нелінійні спотворення. Коефіцієнт нелінійних спотворень. Коефіцієнт частотних спотворень. Частотний діапазон. Широкопasmові і вузькопasmові підсилювачі.

18. Генератори гармонійних сигналів.

Загальні визначення. Класифікація генераторів. Режими роботи електронних генераторів: вимушений і автоколивальний (автогенератори або генератори із самозбудженням). Генератори низькочастотні, високочастотні, надвисокочастотні. Вузли автогенератора та його структурна схема: підсилювальний елемент, відбіркоий 4-х полюсник, 4-х полюсник зворотного зв'язку. Принцип дії автогенератора. Умови самозбудження генератора.

19. Генератори імпульсних сигналів.

Загальні визначення. Тригери. Мультивібратори. RC -генератори імпульсних сигналів. Генератори імпульсів на спеціалізованих ІС. Види: симетричний тригер, несиметричний тригер. Релаксаційні генератори. Мультивібратори: чекаючі, автоколивальні. Принципи роботи, типові схема мультивібраторів різних типів. Несиметричний мультивібратор.

20. Пошук несправностей в електронних схемах.

Загальні відомості. Приклади пошуку несправностей: радіоприймачі, цифровий дільник частоти. Особливості діагностики цифрових схем. Методи

пошуку несправностей: функціональний контроль та внутрішньосхемний контроль. Функціональні тести. Динамічні тести. Тестування однокаскадного підсилювача.

Список рекомендованої літератури

1. Теорія сигналів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.О. Попов. Електронні текстові дані (1 файл: 7399 Кбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 268 с.
2. Теорія електричних кіл - 2: Нелінійні електричні кола. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», освітньої програми «Електронні компоненти і системи»/ КПІ імені Ігоря Сікорського; уклад.: В. Я. Ромашко, Л. М. Батрак. Електронні текстові дані (1 файл: 855 Кбайт). Київ: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2019. 88 с.
3. Елементна база радіоелектронної апаратури: Пасивні радіокомпоненти В 4 ч. Ч. 1. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.О.Піддубний, І.О.Товкач. Електронні текстові дані (1 файл: 1,05 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 98 с.
4. Теорія електричних кіл: Кола постійного струму. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка», освітньої програми «Електронні компоненти і системи»/ КПІ імені Ігоря Сікорського; уклад.: Т.А. Хижняк. Електронні текстові дані (1 файл: 855 Кбайт). Київ: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2022. 76 с.
5. Коломієць Р. Н-параметри біполярних транзисторів. Житомирська політехніка. Факультет інформаційних технологій. 2023
6. Основи електроніки : навч. посіб. / А. С. Васюра, Г. Д. Дорощенко, В. П. Кожем'яко, Г. Л. Лисенко. Вінниця : ВНТУ, 2018. 197 с.
7. Кичак В. М. Основи радіоелектроніки : навчальний посібник / В. М. Кичак, Ю. В. Крушевський, Д. В. Гаврілов. Вінниця : ВНТУ, 2010. 368 с.
8. Однодворець Л. В. Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навчальний посібник / Л. В. Однодворець, І. М. Пазуха. Суми : Сумський державний університет, 2020. 196 с.
9. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (1978 року з поправками).
10. Модельний курс 7.08. ІМО, 1999.
11. Електроніка і мікросхемотехніка Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/ КПІ імені Ігоря Сікорського; уклад.: М. Я. Островерхов, В. І. Сенько, В. І. Чибеліс. Київ: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2021. 223 с.

2. ДИСЦИПЛІНА «ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТА ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»

1. Основні поняття. Структура електропривода та його механіка

Класифікація електропривода, механіка електропривода, рівняння руху електроприводу, розрахункові схеми механічної частини електроприводу.

2. Загальні положення і визначення.

Електричні машини, їх призначення та класифікація. Перетворення енергії в електричних машинах.

3. Трансформатори.

Принцип роботи трансформатора, основні визначення. Типи трансформаторів, номінальні дані. Будова та основні конструктивні елементи силових трансформаторів. Схеми і групи з'єднання обмоток трансформаторів. Основні рівняння трансформатора. Приведений трансформатор та схема заміщення приведенного трансформатора. Холостий хід і коротке замикання трансформатора. Навантажувальний режим роботи трансформатора. Зміна вихідної напруги трансформатора. Втрати і коефіцієнт корисної дії трансформатора. Регулювання напруги трансформаторів. Несиметричні режими трансформаторів. Паралельна робота трансформаторів. Перехідні процеси в трансформаторах. Надструми в трансформаторах. Перенапруга в трансформаторах. Різновиди трансформаторів. Автотрансформатори.

4. Асинхронні машини.

Будова і принцип дії асинхронних машин. Типи і конструктивні елементи асинхронних машин. Трифазні обмотки змінного струму. Електрорушійні сили, що індукуються в обмотках змінного струму. Магніторушійна сила трифазної обмотки статора. Принцип дії і режими роботи асинхронної машини. Робочий процес трифазної асинхронної машини. Основні співвідношення для асинхронної машини при обертовому роторі. Електромагнітний момент і робочі характеристики асинхронних двигунів. Механічні характеристики асинхронної машини. Робочі характеристики асинхронного двигуна. Кругові діаграми асинхронної машини. Аналітичний метод розрахунку робочих характеристик асинхронних двигунів. Пуск і регулювання частоти обертання трифазних асинхронних двигунів. Пуск двигунів з короткозамкнутим ротором. Короткозамкнуті асинхронні двигуни з поліпшеними пусковими характеристиками. Регулювання частоти обертання асинхронних двигунів. Особливі режими роботи асинхронних машин. Індукційний регулятор напруги і фазорегулятор.

5. Синхронні машини.

Типи і конструктивні елементи синхронних машин. Будова і основні конструктивні елементи синхронних машин. Принцип дії синхронного генератора. Реакція якоря і векторні діаграми. Робочі характеристики синхронного генератора. Робота синхронного генератора на навантаження. Зміна вихідної напруги синхронного генератора і діаграма електромагніторушійних сил (ЕМРС). Енергетична діаграма, втрати і ККД синхронного генератора. Електромагнітна потужність і електромагнітний момент синхронного генератора, кутова характеристика. Паралельна робота синхронних генераторів. Умови вмикання синхронного генератора на паралельну роботу. Регулювання активної потужності генератора. Регулювання реактивної потужності генератора. Поняття про статичну і динамічну стійкість синхронного генератора при паралельній роботі. Синхронний двигун і синхронний компенсатор. Принцип дії синхронного двигуна. Пуск синхронних двигунів. Діаграма ЕРС синхронного двигуна. Електромагнітна потужність і електромагнітний момент синхронного двигуна. Робочі і U-образні характеристики синхронного двигуна. Синхронні компенсатори.

6. Машини постійного струму.

Будова і принцип дії машин постійного струму. Типи й основні конструктивні елементи машин постійного струму. Принцип дії колекторної машини постійного струму. Обмотки машин постійного струму. Принцип будови обмоток якорів. Електрорушійна сила обмотки якоря та електромагнітний момент. Магнітне поле машини постійного струму. Комутація в машинах постійного струму. Причини, що викликають іскріння на колекторі. Основні способи поліпшення комутації.

7. Генератори постійного струму

Класифікація генераторів постійного струму по способу збудження. Основні рівняння генераторів постійного струму. Робочі характеристики. Умови самозбудження генераторів постійного струму.

8. Двигуни постійного струму.

Основні поняття. Основні рівняння двигунів постійного струму. Пуск у хід двигунів постійного струму. Робочі і механічні характеристики. Регулювання частоти обертання. Електричне гальмування двигунів постійного струму.

Список рекомендованої літератури

1. Баховець Б. О. Автоматизований електропривод : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2010. 238 с.
2. Видмиш А.А., Ярошенко Л.В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 387 с.
3. Загірняк М.В., Коренькова Т.В. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. Посібник. Харків: Видавництво «Точка», 2017. 206 с.
4. Лаврінченко Ю.М., Савченко П.І., Синявський О.Ю. Основи електропривода: підручник. К.: Видавництво Ліра-К, 2017. 524 с.
5. Осташевський М.О., Юр'єва О.Ю. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник. Харків : ФОРМ Панов А. М., 2017. 452 с.
6. Мілих В.І. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : / В.І. Мілих, О.О. Шавьолкін; за ред. В.І.Мілих. Київ : Каравела, 2012. 688 с.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (1978 року з поправками).
11. Модельний курс 7.08. ІМО, 1999.

3. ДИСЦИПЛІНА «СУДНОВІ АВТОМАТИЗОВАНІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ»

1. Структура суднових електричних станцій.

Вимоги до електростанцій. Вимоги до основних елементів електростанцій.

Структурна схема.

2. Споживачі електроенергії.

Споживачі електроенергії та характер навантаження. Класифікація. Суднові електродвигуни. Двигуни постійного струму. Суднові генератори. Генератори постійного струму. Суднові трансформатори.

3. Струм, частота та напруга суднових електростанцій.

Правила Регістра судноплавства. Частота змінного струму. Кабелі. Роди струму.

4. Розрахунок потужності суднової електростанції.

Методики розрахунків. Аналітичний метод постійних навантажень. Аналітичний метод змінних навантажень. Експлуатаційні режими. Метод кореляційних залежностей. Метод статистичного моделювання на ЕОМ.

5. Розробка схеми СЕС та розрахунок перетину кабелю.

Схема розподілу електроенергії. Вимоги правил Регістра. Підключення АРЩ. Аварійні джерела енергії. Розподільчі пристрої. Конструкція ГРЩ. Генераторна панель. Каналізація електричної енергії. Розрахунок втрат напруги для постійного струму.

6. Автоматичне регулювання частоти та напруги суднових генераторів.

Способи регулювання частоти обертів. Центробіжний регулятор швидкості обертання, одноімпульсний регулятор. Схема регулювання активної потужності. Регулювання частоти обертів електромашинних перетворювачів. Автоматична підтримка напруги суднових генераторів. Критерії якості регулювання напруги.

7. Системи компаундування.

Характеристика регулювання систем збудження. Класифікація систем АРН. Амплітудно-фазове компаундування. Кутовий регулятор напруги. Типу МСС.

Кероване фазове компаундування.

8. Безконтактна система збудження.

Система збудження генераторів із застосуванням керованих вентилів. Система управління тиристорним ключем. Безщіткова система збудження СГ із застосуванням тиристорів.

9. Допустимі навантаження СМ при несиметричній роботі.

Розрахунок допустимого навантаження АД. Розрахунок суднової мережі з несиметричним навантаженням. Коефіцієнт викривлення напруги.

10. Перехідний режим СЕС.

Зміна напруги та частоти при різких змінах навантаження. Розрахунок зміни напруги в станціях постійного струму. Розрахунок провалів напруги в СЕС змінного струму. Векторна діаграма явнополюсного СГ. Аналітичний метод. Графічний метод провалів напруги. Математичні моделі.

11. Паралельна робота генераторних агрегатів.

Паралельна робота ГПС. Паралельна робота синхронних генераторів. Розподіл реактивного навантаження між генераторами. Пристрої розподілу. Розподіл активного навантаження. Пристрої розподілу активного навантаження.

12. Схеми датчиків.

Датчик частоти. Умови включення генераторів в паралельну роботу. Перехідні процеси. Способи синхронізації. Пристрій підгонки частоти. Блок-схема БПЧ. Груба та точна синхронізація. Самосинхронізація.

13. Стійкість СЕС.

Динамічна стійкість. Заходи по забезпеченню динамічної стійкості. Захист електричних мереж. Вимоги до захисту. Автоматичні вимикачі. Захист потужних споживачів. Захист суднових електродвигунів.

14. Захист генераторних агрегатів.

Захист від зворотної потужності. Захист від короткого замикання. Розрахунок струму КЗ. Захист від підвищення напруги. Пристрої автоматичного розвантаження генераторів по частоті.

15. Функціонування інформаційних систем

(SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), DMS (Distribution Management System), OMS (Outage Management System) і підвищення ефективності інформаційного забезпечення. Структура блоку формування електричних навантажень.

16. Інтелектуальні системи управління судновими електроенергетичними установками.

Показники якості електроенергії. Завдання оптимізації. Системи інтелектуальної підтримки.

17. Інтегровані системи ходового містка.

Поняття, конфігурація, методи інтеграції, забезпечення та управління.

Список рекомендованої літератури

1. Логішев І.В., Давиденко Ю.Д. Технічне використання суднових технічних засобів: безпечне несення вахти. Навчальний посібник. Одеса: НУ «ОНМА», 2019. 338 с.
2. Budashko V.V. Ship's power plants propulsion complexes: concepts, technologies, researching: Monograph. Odessa: NU «ОМА», 2020. 136 p.
3. Будашко В.В., Піпченко О.М., Пономаренко В.В., Шевченко В.А. Високовольтні технології в морській електроінженерії : монографія. Одеса: НУ «ОМА», 2020. 398 с.
4. Белікова Л.Я., Шевченко В.П. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів. Київ: Наука і техніка, 2012. 480 с.
5. Klein Woud H., Stapersma D. Design of Propulsion and Electric Power Generation Systems. London: IMarEST, 2016. 503 p. ISBN 978-0-956600-2-5.
6. Stefani A. An Introduction to Ship Automation and Control Systems. London: IMarEST, 2018. 432 p. ISBN 1-902536-47-9.
7. Паначевний Б.І., Свергун Ю.Ф. Загальна електротехніка: підручник. 4-е вид. Київ: Каравела, 2018. 296 с. ISBN 978-966-8019-06-7.
8. Матвієнко М.П. Основи електротехніки та електроніки: підручник. Київ: Видавництво Ліра, 2021. 504 с. ISBN 978-617-7320-38-7.
9. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки: підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 416 с. ISBN 978-966-941-189-1.
10. Титаренко М.В. Електротехніка: навчальний посібник студентів інженерно-технічних (неелектротехнічних) спеціальностей вузів. Київ: Кондор, 2021. 240 с. ISBN 966-7982-32-7.
11. Осташевський М.О., Юр'єва О.Я. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник. 2-ге вид. Київ: Каравела, 2020. 452 с. ISBN 978-966-222-985-1.

12. Воробкевич А.Ю., Маляр В.С., Совин Р.Я., Соколовський М.О., Стахів П.Г., Шегедин О.І. Збірник задач з теоретичних основ електротехніки. Частина 1: навчальний посібник для студентів електротехнічних та електромеханічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ: «Магнолія 2006», 2022. 224 с. ISBN 996-8340-12-4.
13. Циценков Д.В., Іванов О.Б., Бобров В.В., Кузнецов В.В. Проектування електричних машин: навч. посіб. Дніпро: НТУ «ДП», 2020. 408 с. ISBN 978-966-350-738-5.
14. Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д. Цифрова схемотехніка: навч. посібник. Львів: «Новий Світ-2000», 2020. 736 с. ISBN 978-966-418-067-9.
15. Гоголюк П.Ф., Гречин Т.М. Теорія автоматичного керування: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 279 с. ISBN 978-617-607-284-3.
16. Пістун Є., Стасюк І. Основи автоматики та автоматизації: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 334 с. ISBN 978-966-941-222-5.
17. Дорожовець М.М. та ін. Метрологія та вимірювання: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 309 с. ISBN 978-617-607-276-8.
18. Лавріненко Ю.М. Основи електропривода: підручник. Київ: Ліра-К, 2017. 521 с. ISBN 978-617-7320-50-9.
19. Сенько В.І., Трубіцин К.В., Чибеліс В.І. Інвертори і перетворювачі частоти: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2020. 299 с. ISBN 978-617-7844-11-1.
20. Панасенко М.В., Сенько В.І., Сенько Є.В. Електроніка і мікросхемотехніка у 4-ох томах. Т.4, кн.2: силова електроніка. Київ: Каравела, 2018. 316 с. ISBN 978-966-222-939-4.
21. Чорний С.Г., Голіков С.П. Суднові автоматизовані електроенергетичні системи. Ч.1. Суднові електричні станції. Навч. посібник. Київ: Кондор, 2016. 198 с.
22. Василенко І.І., Широков В.В., Василенко Ю.І. Конструкційні та електротехнічні матеріали. Навчальний посібник. Львів: «Магнолія-2006», 2021. 242 с.
23. Коруд В.І., Стахів П.Г. Основи електроніки. Підручник. Львів: «Магнолія-2006», 2021. 208 с.
24. Шаховська Н.Б., Камінський Р.М., Вовк О.Б. Системи штучного інтелекту: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 391 с. ISBN 978-966-941-197-6.
25. Шегедин О.І., Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Навчальний посібник для студентів дистанційної форми навчання електротехнічних та електромеханічних спеціальностей. Львів: «Магнолія», 2021. 172 с. ISBN 966-8340-15-9.
26. Бойчук Б.Г., Лозинський О.Ю., Цяпа В.Б., Головач І.Р. Структурно-параметричний синтез систем автоматизованих електроприводів. Львів: «Магнолія», 2021. 116 с.
27. Журахівський А.В., Яцейко А.Я., Бахор З.М. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 179 с. ISBN 978-966-941-157-0.
28. Стахів П.Г., Коруд В.І., Гамола О.Є., Чернівчан В.Я., Мусихіна Н.П. Основи електроніки з елементами мікроелектроніки. Навчальний посібник. Львів: 2010. 225 с. ISBN 966-8340-53-1.
29. Коруд В.І. (ред.). Електротехніка: підручник. 3-тє вид., переробл. та допов. Львів: «Магнолія плюс», 2021. 447 с.

- 30.Шабатура Ю.В., Паранчук Я.С., Карплюк Л.Ф., Кузнєцов О.О. Електромеханічні системи керування: навч. посібник. Львів: «Магнолія», 2021. 352 с.
- 31.Машін В.М., Цацко В.І. Елементи автоматики: навч. посібник. Одеса: ОНМУ, 2021. 230 с. DOI: 10.47049/ONMU-2021-NP4.
- 32.Криворучко Д.Ю., Цацко В.І. Технічна експлуатація електричного та електронного обладнання. Частина 1: навчальний посібник. Одеса: ОНМУ, 2021. 251 с. DOI: 10.47049/ONMU-2021-NP5.
- 33.Яровенко В.О., Зарицька О.І., Черников П.С. Суднові автоматизовані електроприводи. Навчальний посібник. Одеса: ОНМУ, [2021].

4. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ НА СИМУЛЯТОРІ

Завдання першого рівня складності

| № варіанту | Завдання №1 |
|------------|--------------------------------|
| 1 | Запустити генераторний агрегат |
| 2 | Запустити генераторний агрегат |
| 3 | Запустити генераторний агрегат |
| 4 | Запустити генераторний агрегат |
| 5 | Запустити генераторний агрегат |
| 6 | Запустити генераторний агрегат |
| 7 | Запустити генераторний агрегат |
| 8 | Запустити генераторний агрегат |
| 9 | Запустити генераторний агрегат |
| 10 | Запустити генераторний агрегат |
| 11 | Запустити генераторний агрегат |
| 12 | Запустити генераторний агрегат |
| 13 | Запустити генераторний агрегат |
| 14 | Запустити генераторний агрегат |
| 15 | Запустити генераторний агрегат |

Завдання другого рівня складності

| № варіанту | Завдання №2 | Завдання №3 |
|------------|--------------------------------------|---|
| 1 | Ввести в паралельну роботу генератор | Запуск аварійного дизель-генератора |
| 2 | Ввести в паралельну роботу генератор | Вивести із роботи генератор |
| 3 | Ввести в паралельну роботу генератор | Увімкнення паливного сепаратора на важкому паливі |
| 4 | Ввести в паралельну роботу генератор | Введення в дію рульової машини |
| 5 | Ввести в паралельну роботу генератор | Запуск компресора пускового повітря |
| 6 | Ввести в паралельну роботу генератор | Запуск кондиціонера |
| 7 | Ввести в паралельну роботу генератор | Запуск провізійної установки |
| 8 | Ввести в паралельну роботу генератор | Запуск допоміжного котла |
| 9 | Ввести в паралельну роботу генератор | Запуск аварійного дизель-генератора |
| 10 | Ввести в паралельну роботу генератор | Запуск аварійного дизель-генератора |
| 11 | Ввести в паралельну роботу генератор | Виведення із роботи генератора |

| | | |
|----|--------------------------------------|---|
| 12 | Ввести в паралельну роботу генератор | Увімкнення паливного сепаратора на важкому паливі |
| 13 | Ввести в паралельну роботу генератор | Введення в дію рульової машини |
| 14 | Ввести в паралельну роботу генератор | Запуск компресора пускового повітря |
| 15 | Ввести в паралельну роботу генератор | Запуск кондиціонера |

Несправності

| № варіанту | Несправність №1 | | |
|------------|------------------------|---|---------------|
| | Система | Опис | Час появи, хв |
| 1 | ГРЩ | Automatic control fault. Вихід із ладу автоматичної системи управління лектростанцією.(СЕС) | 35 |
| 2 | ГРЩ | Generator Short Circuit – коротке замикання генератора | 36 |
| 3 | АРЩ | Generator Stator High temperature – висока температура статора генератора | 35 |
| 4 | Секція споживачів 380В | Bow Thruster/Short Circuit | 37 |
| 5 | Секція споживачів 220В | Circuit breaker fault. Неисправність ген. автомата №2. | 35 |
| 6 | Секція споживачів 220В | RPM governer control fault. Вихід із ладу регулятора ДГ №1 | 35 |
| 7 | ГРЩ | Automatic control fault. Вихід із ладу автоматичної системи управління електростанцією. (СЕС) | 35 |
| 8 | ГРЩ | Generator Short Circuit – коротке замикання генератора | 36 |
| 9 | АРЩ | Generator Stator High temperature – висока температура статора генератора | 35 |
| 10 | Секція споживачів 380В | Bow Thruster/Short Circuit | 37 |
| 11 | Секція споживачів 220В | Circuit breaker fault. Несправність ген. автомата №2. | 35 |
| 12 | Секція споживачів 220В | RPM governer control fault. Вихід із ладу регулятора ДГ №1 | 35 |
| 13 | ГРЩ | Automatic control fault. . Вихід із ладу автоматичної системи управління електростанцією. (СЕС) | 35 |
| 14 | ГРЩ | Generator Short Circuit – коротке замикання генератора | 36 |
| 15 | АРЩ | Generator Stator High temperature – | 35 |

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
| | висока температура статора генератора | |
|--|---------------------------------------|--|

| № варіанту | Несправність №2 | | |
|------------|------------------------|--|---------------|
| | Система | Опис | Час появи, хв |
| 1 | Секція споживачів 220В | Generator Stator High temperature – висока температура статора генератора | 45 |
| 2 | Секція споживачів 380В | Ref. Plant/Short Circuit | 42 |
| 3 | ГРЩ | Automated Control Fault – Вихід із ладу автоматичної системи управління електростанцією. (СЕС) | 43 |
| 4 | ГРЩ | Generator Short Circuit – коротке замикання генератора | 45 |
| 5 | АРЩ | Generator Short Circuit – коротке замикання генератора | 46 |
| 6 | Секція споживачів 220В | RPM governer control fault. Вихід із ладу регулятора ДГ №1 | 45 |
| 7 | Секція споживачів 220В | Generator Stator High temperature – висока температура статора генератора | 45 |
| 8 | Секція споживачів 380В | Ref. Plant/Short Circuit | 42 |
| 9 | ГРЩ | Automated Control Fault – Вихід із ладу автоматичної системи управління електростанцією. (СЕС) | 43 |
| 10 | ГРЩ | Generator Short Circuit – коротке замикання генератора | 45 |
| 11 | АРЩ | Generator Short Circuit – коротке замикання генератора | 46 |
| 12 | Секція споживачів 220В | RPM governer control fault. Поломка регулятора ДГ №1 | 45 |
| 13 | Секція споживачів 220В | Generator Stator High temperature – висока температура статора генератора | 45 |
| 14 | Секція споживачів 380В | Ref. Plant/Short Circuit | 42 |
| 15 | ГРЩ | Automated Control Fault – Вихід із ладу автоматичної системи управління електростанцією. (СЕС) | 43 |

| № варіанту | Несправність №3 | | |
|---------------|---------------------------|---|---------------|
| | Система | Опис | Час появи, хв |
| 1 | Секція споживачів 380В | Voltage Control Fault – Вихід із ладу регулятора напруги | 55 |
| 2 | АРЩ | Charger (baretter) fault – несправність бареттера зарядового пристрою | 55 |
| 3 | Секція споживачів 380В | FW Pump 1/Short Circuit | 56 |
| 4 | Секція споживачів 220В | Gen. stator high temp. Висока температура статора генератора №1. | 57 |
| 5 | ГРЩ | Voltage Control Fault – вихід із ладу регулятора напруги | 55 |
| 6 | ГРЩ | Circuit Breaker Fault – несправність генераторного автомата | 55 |
| 7 | Секція споживачів 380В | Voltage Control Fault – вихід із ладу регулятора напруги | 55 |
| 8 | АРЩ | Charger (baretter) fault – несправність бареттера зарядового пристрою | 55 |
| 9 | Секція споживачів 380В | FW Pump 1/Short Circuit | 56 |
| 10 | Секція споживачів 220В | Gen. stator high temp. Висока температура статора генератора №1. | 57 |
| 11 | ГРЩ | Voltage Control Fault – поломка регулятора напруги | 55 |
| 12 | ГРЩ | Circuit Breaker Fault – несправність генераторного автомата | 55 |
| 13 | Секція споживачів 380В | Voltage Control Fault – вихід із ладу регулятора напруги | 55 |
| 14 | АРЩ | Charger (baretter) fault – несправність бареттера зарядового пристрою | 55 |
| 15 | Секція споживачів 380В | FW Pump 1/Short Circuit | 56 |

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи та міжнародних зв'язків

Віталій

ХАРУТА

“ _____ ” _____ 2026 р.

КРИТЕРІЇ

оцінювання досягнутих результатів навчання на атестаційному екзамені за освітньо-професійною програмою «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 271 «Морський та внутрішній водний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт»

Структура оцінки атестаційного екзамену

Оцінка атестаційного екзамену (за шкалою від 0 до 100 балів) складається із суми балів, виставлених екзаменаційною комісією в результаті перевірки продемонстрованих практичних дій на симуляторі ERS 5000.

Порядок оцінювання досягнутих результатів навчання

Оцінку атестаційного екзамену визначають у такому порядку:

- 1) виставляють бали за кожне виконане завдання білета атестаційного екзамену виходячи із наведених нижче критеріїв оцінювання відповідей;
- 2) обчислюють оцінку атестаційного екзамену за формулою:

$$O = \sum B_i$$

де B_i – кількість балів за виконане i -е завдання.

Критерії оцінювання виконання завдання

Виконання кожного завдання першого рівня складності оцінюють у 20 балів (якщо виконано правильно) або 0 балів (якщо виконано не правильно, або не виконано).

Виконання кожного завдання другого рівня складності оцінюють у 40 балів (якщо виконано правильно) або 0 балів (якщо виконано не правильно, або не виконано).

Оцінку атестаційного екзамену від 0 до 59 балів вважають незадовільною.

Завідувач кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту

Сергій ТАРАНЕНКО

«12» березня 2026 року

ФОРМА БІЛЕТУ АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

АТЕСТАЦІЙНИЙ ЕКЗАМЕН

Освітньо-професійна програма «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики»

спеціальність 271 «Морський та внутрішній водний транспорт»

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи та міжнародних зв'язків

Віталій ХАРУТА

“ _____ ” _____ 2026 р.

Білет № _____

1. Встановити початкові умови, вибравши файл *Variant 1* та запустити тренажер.

2. Запустити дизель-генераторний агрегат. Час виконання: *20 хвилин*.

3. Виконати завдання:

3.1. Ввести в паралельну роботу генератор.

3.2. Запустити рульову машину.

Час виконання: *15 хвилин*.

4. При виявленні несправності, які будуть виникати в довільній формі й в різний час, ідентифікувати ці несправності та виконати дії по їх усуненню. У разі зупинки дизель-генераторного агрегату запустити його знов. Час виконання: *25 хвилин*.

5. Зберегти на комп'ютері хід тестування, вказавши в ім'я файлу своє прізвище.

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту 12 березня 2026 року, протокол № 8.

Розглянуто та схвалено на засіданні Методичної комісії Навчально-наукового Київського інституту водного транспорту 18 березня 2026 року, протокол № 6.

Розглянуто та схвалено на засіданні Вченої ради Навчально-наукового Київського інституту водного транспорту 25 березня 2026 року, протокол № 8.

Розглянуто та схвалено на засіданні Науково-методичної ради Національного транспортного університету _____ 2026 року, протокол № ____.

Завідувач кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту
кандидат технічних наук, доцент Сергій ТАРАНЕНКО