

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМИ**

для проведення вступних випробувань за фахом при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсними пропозиціями:

**Електроенергетика**

**Електромеханіка**

**Електропривод, мехатроніка та робототехніка**

**Двигуни та енергетичні установки**

**Холодильні та кліматичні технології**

**Промислова та комунальна теплоенергетика. Інжиніринг та енергоефективність**

**Електроніка**

**Локомотиви та локомотивне господарство**

**Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМА**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною  
пропозицією:

**Електроенергетика**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

Харків 2025

## ЗМІСТ

Анотація .....	3
Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії.....	4
Техніка та електрофізика високих напруг .....	5
Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології .....	6
Електричні станції.....	8
Електричні системи і мережі.....	9
Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії.....	11
Технології кібербезпеки в електроенергетиці .....	13
Електроізоляційна, кабельна та оптоволоконна техніка .....	15
Рекомендована література.....	17
Критерії оцінювання.....	22

# ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА

## АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою і навчальними планами та відповідності освітньо-кваліфікаційному рівню «бакалавр».

Вступник повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані уміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

Дослідник повинен володіти необхідним спектром вмінь і навиків з проектування електричних частин електричних станцій та підстанцій; експлуатації електричного обладнання електричних станцій та підстанцій; розробки та впровадження енергозберігаючих систем електропостачання власних потреб електростанцій і підприємств; використання сучасних інформаційних технологій автоматизації управління та релейного захисту електричних частин станцій та підстанцій.

Під час підготовки до випробування необхідно звернути увагу на те, що абітурієнт повинен:

*знати:* основи електротехніки, електричних станцій та підстанцій, електричних мереж, електропостачання промислових підприємств, релейного захисту і автоматики,

*вміти:* обирати елементи та обладнання електричної частин електричних станцій та підстанцій; використовувати комп'ютерну техніку для розрахунків режимів роботи електричного обладнання; розраховувати параметри систем автоматизації та релейного захисту.

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки що включають наступні практичної напрями діяльності випускників:

1. Електричні станції та підстанції
2. Електромагнітні перехідні процеси
3. Електропостачання промислових підприємств та енергозбереження
4. Основи релейного захисту та автоматики енергосистем
5. Кабельна техніка
6. Техніка високих напруг
7. Акумуляування електричної енергії.
8. Вітрові установки,
9. Надійність і діагностика обладнання
- 10 Електротехнічні матеріали
11. Електричні системи і мережі

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Загальні відомості про вироблення та споживання електроенергії; генератори, компенсатори, силові трансформатори і автотрансформатори; струмопроводи, контактні з'єднання, ізолятори; високовольтні апарати розподільних установок; головні схеми електричних з'єднань і схеми власних потреб електричних станцій і підстанцій; вибір електричних апаратів і струмопровідних частин розподільних установок; конструкції розподільних установок та компоновка електричних станцій і підстанцій, оперативний струм, системи вимірювання, контроль, сигналізація та управління.

2. Загальні відомості о перехідних процесах в електричних системах. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах при коротких замиканнях. Практичні методи розрахунку струмів трифазного короткого замикання. Основні положення в дослідженні несиметричних перехідних процесів. Перехідний процес у синхронній машині.

3. Загальні задачі електропостачання промислових підприємств; Характеристика

промислових споживачів електроенергії, Графіки споживання електроенергії та електричні навантаження; Вибір кількості та потужності трансформаторів на підприємстві; Вибір напруги електричних схем зовнішнього та внутрішнього електропостачання підприємства; Розрахунок струмів короткого замикання та вибір високовольтного обладнання і високовольтних мереж системи електропостачання; Компенсація реактивної потужності в системах електропостачання промислових підприємств; Енергозберігаючі режими в системах електропостачання; Облік та вимірювання режимних параметрів системи електропостачання; Якість електроенергії.

4. Призначення, основні функції та вимоги до релейного захисту і автоматики. Схеми з'єднання трансформаторів струму та напруг. Види захисту ліній. Захист генераторів та трансформаторів. Захист шин станцій та підстанцій. Автоматичне включення резервного живлення. Автоматичне повторне включення. Резервування дії релейних захистів та вимикачів

5. Енергоменеджмент, як науково-практична та інформаційна діяльність, Ієрархична структура управління енергоефективністю та завдання на різних рівнях, Вимоги до знань енергоменеджерів та енергоаудиторів та обов'язки енергоменеджера. Методологія організації енергоменеджменту на підприємстві, поняття моніторингу, кумулятивної суми, нормалізації. Особливості енергетичного аудиту, його етапи, розробка ВЕЗ. Зв'язок між енергоефективністю та екологією.

6. Діагностика технічного стану ізоляційних систем електроенергетичного обладнання.

#### ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ:

##### *Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії*

1. Електрохімічні акумулятори енергії. Типи і принцип дії.
2. Фізико-хімічні процеси в кислотних акумуляторах.
3. Типи теплових акумуляторів.
4. Лінійні індуктивні накопичувачі енергії. Енергія магнітного поля соленоїда.
5. Тороїдальні індуктивні накопичувачі енергії. Складання формули для індуктивності тороїдального накопичувача з прямокутними витками.
6. Ємнісні електричні накопичувачі енергії.
7. Механічні статичні накопичувачі енергії.
8. Динамічні механічні накопичувачі енергії.
9. Тепловий розрахунок кожухотрубчастого теплообмінника.
10. Гідравлічний розрахунок кожухотрубчастого теплообмінника.
11. Тепловий розрахунок пластинчатого теплообмінника.
12. Гідравлічний розрахунок пластинчатого теплообмінника.
13. Сонячна одноконтурна нагрівна установка.
14. Конструкції і типи геліоколекторів.
15. Схема підключення теплообмінника до геліополя, акумуляторів енергії та насосного обладнання.
16. Теоретичні основи методу піролізу.
17. Конструкція герметичного піролізного реактору для переробки промислових відходів.
18. Теоретичні основи методу метанового зброджування органічних відходів.
19. Технологічна схема біогазової установки.
20. Принцип дії та варіанти конструкції приливних електростанцій.
21. Тепловий насос і його використання в відновлюваній енергетиці.
22. Енергетичний баланс Землі.
23. Характеристики сонячного випромінювання.
24. Електричний розрахунок ємнісного накопичувача енергії.
25. Гідроакуюча електростанція.
26. Типи маховиків динамічних механічних накопичувачів енергії.
27. Вимірювання диференційної термо-ЕРС напівпровідників і металів.
28. Геотермальна енергія і її використання.

29. Загальна характеристика вітрогенераторів, їх типи та їх використання.
30. Використання енергії океанічних хвиль. Варіанти конструкцій перетворювачів енергії хвиль.
31. Методи і способи передачі теплової енергії.
32. Рівняння стану ідеального газу і його зв'язок із законами Бойля - Маріотта, Шарля і Гей-Люссака.
33. Основні термодинамічні процеси ідеальних газів.
34. Статистичне поведження параметрів частинок ідеального газу. Розподіл Максвелла
35. Диференціальні рівняння термодинаміки.
36. Основи теорії подібності та моделювання процесів тепловіддачі.
37. Коронний розряд на лініях передавання електроенергії. Вплив рівня напруги на ефективність передавання енергії.
38. Блискавкозахист електроенергетичних об'єктів.
39. Комутаційні електричні апарати.
40. Основні види помилок при вимірюванні.

### ***Техніка та електрофізика високих напруг***

1. Числові характеристики випадкових величин.
2. Методи діагностики електричної ізоляції.
3. Методи визначення місць пошкодження силових електричних кабелів.
4. Вимірювання ємності і тангенса кута діелектричних втрат за допомогою моста змінного струму.
5. Характеристики ізоляції, що впливають на рівень діелектричних втрат.
6. Види поляризації діелектриків у електричному полі.
7. Стандартизований метод визначення електричної міцності рідких діелектриків.
8. Ємнісні подільники напруги. Принцип дії, галузі застосування, розрахункове визначення електричних параметрів
9. Пояс Роговського. Вимірювання імпульсних токів за допомогою поясу Роговського.
10. Вимірювання індукції змінного магнітного поля за допомогою індукційного перетворювача.
11. Генератор імпульсів напруги за схемою Маркса.
12. Основні схеми для отримання постійної високої напруги.
13. Зарядні пристрої ємнісних нагромаджувачів енергії. Типові схеми й особливості їх застосування.
14. Головні положення теорії ударної іонізації. Умови виникнення електронних лавин.
15. Феноменологічний опис процесу стримерного розряду.
16. Теорія виникнення і ступінчатого просування блискавки. Головні етапи розвитку блискавки.
17. Захист від удару блискавок. Зони захисту. Головні характеристики струму блискавки.
18. Магнітно-імпульсна обробка матеріалів. Принцип дії магнітно-імпульсної установки. Фізичні процеси і основні співвідношення.
19. Види технологічних операцій та конструкції індукторів для магнітно-імпульсної обробки металів.
20. Основні рівняння електромагнітного поля (рівняння Максвелла) в диференціальній та інтегральній формах.
21. Основні методи розрахунку електростатичних полів.
22. Поверхневий ефект та ефект близькості в системі провідників зі змінними струмами.
23. Вивід формули часової залежності струму при розряді конденсатора на послідовно з'єднані резистор та індуктивність.
24. Закон подібності газового розряду (закон Пашена).
25. Стандартизовані форми грозового імпульсу струму і напруги.

26. Іонізаційний механізм електричного старіння високовольтної ізоляції. Часткові розряди. Виникнення дендритів.
27. Заземлювачі електроустановок. Призначення, головні вимоги, типові конструкції.
28. Конструкції секцій силових електричних конденсаторів. Конденсаторна ізоляція.
29. Конструкції силових кабелів і електричні матеріали що застосовуються для виготовлення.
30. Конструкції випробувальних трансформаторів.
31. Головні типи генераторів імпульсів струму.
32. Одинарна та подвійна формуючі лінії напруги.
33. Принцип дії спірального генератора імпульсів напруги.
34. Електромагнітна сумісність технічних засобів (ЕМС). Головні проблеми що вирішуються та методи випробувань на ЕМС.
35. Ефект полярності при електричному розряді у газових проміжках з неоднорідним розподілом електричного поля.
36. Крайовий ефект у високовольтних ізоляційних конструкціях. Методи послаблення дії крайового ефекту.
37. Розряд уздовж поверхні ізолятора. Основні види поверхневого розряду.
38. Високовольтний конденсаторний ввід. Загальний опис конструкції. Координація ізоляції.
39. Об'ємний та поверхневий опір електричної ізоляції. Вимірювання опору ізоляції.
40. Вимірювання імпульсних струмів за допомогою малоіндуктивного шунта. Варіанти конструкції малоіндуктивного шунта.
41. Фізичне моделювання електростатичних полів на електропровідному папері та у електролітичній ванні. Модель для визначення розподілу потенціалу й побудови еквіпотенційних ліній.

### ***Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології***

1. Вплив параметрів якості електричної енергії на втрати в мережах електропостачання. Джерела генерування вищих гармонік в мережу електропостачання. Методи та засоби зниження негативного впливу вищих гармонік на мережу електропостачання.
2. Якість електричної енергії. Зниження втрат електроенергії за рахунок підвищення якості електроенергії. Методи та засоби підвищення якості електричної енергії в мережах електропостачання.
3. Характерні приймачі електроенергії. Основні параметри, їх характеристики. Особливості роботи окремих видів електроприймачів.
4. Графіки навантаження і показники, які їх характеризують. Вплив форми графіка навантаження на процес передачі електроенергії і її втрати. Засоби, вживані в енергосистемах для вирівнювання графіків навантаження.
5. Методи і засоби вирівнювання графіків навантаження енергосистем. Принципи функціонування.
6. Автоматизовані системи обліку і контролю споживання електроенергії на промислових підприємствах. Їх місце в системі підвищення ефективності використання енергоресурсів. Основні компоненти таких систем.
7. Способи керування системами освітлення. Пускорегульовальна апаратура: характеристика, особливості застосування. Розрахунок (методика розрахунку) економії електроенергії в діючих системах освітлення приміщень. Організаційно-експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності систем освітлення.
8. Структура балансу електроенергії. Визначення технологічних втрат електроенергії в системах електропостачання. Заходи підвищення технічного рівня та забезпечення оптимальних експлуатаційних режимів роботи електромереж.
9. Визначення втрат потужності і електроенергії в системі електропостачання промислових підприємств. Визначення еквівалентних опорів і їх вживання в розрахунках втрат.
10. Формування оплати за перетікання реактивної потужності на промислових

підприємствах. Надбавки до оплати за недостатнє оснащення засобами компенсації реактивної потужності. Стимулювання підприємств до зменшення споживання реактивної потужності.

11. Визначення втрат потужності і електроенергії в електродвигунах з постійним навантаженням. Способи зменшення втрат і збільшення ефективності використання енергоресурсів.

12. Складання електробалансу на промисловому підприємстві. Основні статті витрати електроенергії. Цілі складання електробалансу і заходу, що розробляються за наслідками дослідження.

13. Основні заходи, вживані на промислових підприємствах з метою зменшення втрат потужності і енергії.

14. Втрати потужності і енергії в силових трансформаторах. Способи їх зменшення. Втрати активної і реактивної потужності.

15. Організаційні та експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності систем постачання рідини (насосних установок). Визначення потенціалу економії електричної енергії при регулюванні швидкості обертання насоса. Способи зменшення втрат напору у трубопроводах насосних установках.

16. Організаційно-експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності систем вентиляції. Способи зменшення втрат енергії при транспортуванні повітря у системах вентиляції.

17. Організаційні та експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності систем генерування стисненого повітря. Вплив обробки та підготовки стисненого повітря на ефективність роботи компресорних установок. Вплив тиску та витоків повітря в розподільчій мережі на втрати електричної енергії в компресорних установках. Які засоби зниження витрат електроенергії у компресорних установках.

18. Підвищення ефективності використання електроенергії електроприводами: характеристика способів, область застосування. Визначення режиму найбільш ефективного перетворення енергії при роботі електродвигуна. Визначення потенціалу економії електричної енергії при регулюванні швидкості обертання електродвигуна.

19. Прямий та зворотний баланси, в чому їх різниця.

20. Види електрозварювання. Визначення питомих витрат енергії при електрозварюванні. Технологічні заходи підвищення енергоефективності зварювання. Організаційно-експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності зварювання.

21. Шляхи підвищення ККД теплогенераторів.

22. Режими роботи дугових сталеплавильних печей. Визначення питомих витрат електроенергії на виплавку сталі. Способи зменшення втрат теплової та електричної енергії в дугових сталеплавильних печах. Організаційні та експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності дугових сталеплавильних печей.

23. Принцип роботи, конструктивні елементи та область застосування теплових насосів. Процеси перетворення енергії в теплових насосах. Організаційно-експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності теплових насосів.

24. Система контролю і планування, як ефективний засіб підвищення ефективності використання енергоресурсів. Збір інформації, визначення норм споживання, контроль над їх дотриманням, вживання заходів за наслідками контролю.

25. Енергоємність, види енергоємності та їх оцінка.

26. Комплексне вироблення теплової і електричної енергії. Переваги і недоліки. Основні чинники, що визначають доцільність вживання.

27. Спільне виробництво електричної та теплової енергії, у чому переваги спільного виробництва від окремих. Види когенераційних установок. Коефіцієнт корисної дії використання палива. Обмеження в застосуванні когенераційних установок.

28. Види систем комбінованого вироблення теплової і електричної енергії. Їх порівняльна характеристика. Области вживання. Способи збільшення коефіцієнта корисної дії.

29. Шляхи підвищення енергоефективності в будівництві.

30. Критерії енергобезпеки держави. У чому різниця між енергобезпекою та енергонезалежністю. Основні засади Європейської Хартії.

31. Вторинні енергетичні ресурси, їх оцінка.
32. Основні напрями підвищення ефективності вироблення, розподілу і споживання електроенергії.

### ***Електричні станції***

1. Практичні методи розрахунку струмів трифазного короткого замикання. Вплив навантаження і автоматичних регуляторів напруги на величину струмів короткого замикання.
2. Метод симетричних складових при розрахунку струмів і напруг несиметричних коротких замикань.
3. Високовольтні вимикачі: визначення, призначення, вимоги, умови вибору.
4. Особливості перевірки на термічну і динамічну стійкість до дії струмів короткого замикання апаратів, шин і кабелів.
5. Призначення, основні функції і види систем збудження синхронних машин.
6. Схеми розподільних пристроїв вищої напруги. Вимоги, види, особливості і порівняння схем по економічності, надійності, гнучкості і особливостям експлуатації.
7. Оперативний струм. Види, особливості кожного виду. Галузь застосування.
8. Короткі замикання в електричних установках. Визначення, види, причини і наслідки к.з.
9. Первинні вимірювальні трансформатори струму. Визначення, призначення, конструкція, джерела погрешностей, класи точності.
10. Первинні вимірювальні трансформатори напруги. Визначення, призначення, конструкція, джерела похибок, класи точності.
11. Газо-масляна система синхронних генераторів, що працюють з водневим охолодженням.
12. Силкові трансформатори (автотрансформатори): типи, основні параметри, характеристика режимів допустимих навантажень і перевантажень.
13. Основні характеристики синхронного генератора, що працює з синхронною або несинхронною швидкістю через опір  $Z$  або  $X$  на шини незмінної напруги.
14. Режим групового самозапуску електродвигунів власних потреб 6 кВ ТЕС: визначення, причини порушення електропостачання, склад електродвигунів.
15. Режим групового самозапуску електродвигунів власних потреб 6кВ ТЕС: характеристика процесів, що відбуваються при груповому вибігу і самозапуску; критерії оцінки успішності самозапуску.
16. Системи охолодження силових трансформаторів. Види, призначення, особливості застосування.
17. Перехідні процеси при трифазному короткому замиканні в нерозгалуженому колі, що живляться від шин незмінної напруги і від генератора обмеженої потужності, за наявності і за відсутності у них автоматичних регуляторів збудження.
18. Дослідження статичної стійкості найпростішої нерегульованої системи методом малих коливань. Види порушення статичної стійкості.
19. Методи дослідження динамічної стійкості. Аналіз динамічної стійкості при несиметричному короткому замиканні. Заходи по збереженню динамічної стійкості.
20. Дайте визначення терміну «коефіцієнт потужності». Назвіть заходи щодо підвищення коефіцієнта потужності.
21. Які категорії електроприймачів з погляду забезпечення їх надійного електропостачання Ви знаєте? Які приймачі відносяться до 1 категорії?
22. Які елементи системи електропостачання відносять до системи внутрішнього електропостачання? Наведіть приклад радіальної схеми внутрішнього електропостачання для живлення споживачів 1-й категорії без споруди розподільчого пристрою.
23. Перерахуйте основні методи визначення розрахункового навантаження. В чому полягає суть методу визначення розрахункового навантаження за статистичним методом?
24. Які схеми одержали назву «магістральні»? Приведіть приклад магістральної схеми внутрішнього електропостачання для живлення споживачів 3-й категорії.

25. Які схеми одержали назву «радіальні»? Приведіть приклад такої схеми для електропостачання споживачів 3-й категорії.
26. Яка схема електропостачання промислового підприємства одержала назву схеми «глибокого вводу»?
27. Основні види пристроїв режимної автоматики для підтримки основних параметрів систем. Призначення, коротка характеристика.
28. Основні види пристроїв автоматичного повторного включення. Призначення і принцип дії.
29. Релейний захист: визначення, призначення, вимоги до пристроїв РЗ.
30. Перерахуйте пристрої автоматизації систем електропостачання. Поясніть призначення пристрою автоматичного частотного розвантаження.
31. Призначення і принципи виконання пристроїв автоматичного включення резерву.

### ***Електричні системи і мережі***

1. Технологічні і конструктивні характеристики основних елементів електричних систем (джерела і споживачі активної і реактивної потужності, електричні мережі).
2. Характеристика цілей і особливостей аналізу сталих режимів електричних систем і мереж. Основні допущення і напрями рішення.
3. Статичні характеристики елементів і підсистем електричних систем і мереж.
4. Параметри і схеми заміщення елементів електричних систем і мереж (лінії, трансформатори і автотрансформатори, джерела живлення, навантаження, компенсуючі пристрої).
5. Скласти алгоритм аналізу режимів розімкнених (радіальна, магістральна, складно замкнена) електричних мереж.
6. Скласти алгоритм аналізу режимів простих замкнених (кільцева, з двостороннім живленням) електричних мереж.
7. Скласти алгоритм аналізу режимів складно замкнених електричних мереж одним з методів: перетворення (трансфігурації), накладення, контурних рівнянь (потужностей), вузлових напруг, розщеплення електричної мережі.
8. Скласти алгоритм спільного аналізу режимів електричних мереж декількох номінальних напруг.
9. Скласти алгоритм застосування методу систематизованого підбору для обліку нелінійності характеристик елементів електричних систем.
10. Характеристика мети, змісту і основних етапів проектування електричних систем і мереж: методика техніко-економічних розрахунків.
11. Скласти алгоритм визначення втрат потужності і електроенергії, витрат на відшкодування втрат в елементах електричних систем і мереж.
12. Дати характеристику, скласти алгоритм визначення одного з наступних техніко-економічних показників: капітальні вкладення, щорічні експлуатаційні витрати, втрати від порушення електропостачання, приведені витрати, собівартість передачі електроенергії електричних систем і мереж.
13. Визначення потреби в електроенергії; структура навантаження у вузлових точках системи, розрахункове навантаження ієрархічних рівнях системи.
14. Номінальної напруги елементів електричної системи.
15. Вибір схем побудови електричних мереж, схем РП ПС; визначення номінальної потужності і кількості трансформаторів на ПС.
16. Скласти алгоритм оцінки надійності схем побудови електричних мереж.
17. Методи вибору і перевірки перетинів провідників елементів електричної мережі (різного конструктивного виконання і що використовуються при різних номінальних напругах).
18. Скласти алгоритм вибору і розподіли регулюючих і компенсуючих пристроїв в електричних системах.
19. Робочі режими електричних систем і мереж; баланси активної і реактивної,

потужності, енергії.

20. Вплив якості електроенергії на роботу елементів електричних систем і мереж; показники якості електроенергії; зв'язок балансів потужності з показниками якості електроенергії.

21. Регулювання напруги в електричній системі (види, способи і засоби регулювання).

22. Регулювання частоти в енергосистемі.

23. Оптимальний розподіл потужностей в замкнених мережах.

24. Оптимальний розподіл потужностей між електростанціями.

25. Організаційні і технічні заходи щодо зниження втрат потужності електроенергії в електричних мережах.

26. Параметри елементів електричної системи в аварійних (симетричних і несиметричних) режимах; їх визначення в іменованих і відносних одиницях.

27. Схеми заміщення електричної мережі при симетричних та несиметричних пошкодженнях.

28. Вузлові рівняння для точних і наближених розрахунків аварійних режимів при симетричних К.З.

29. Методи розрахунку усталених режимів електричних мереж при симетричних К.З.

30. Основні положення методу симетричних складових і застосування для аналізу несиметричних аварійних режимів.

31. Чинники, що впливають на струми К.З., і їх облік при аналізі аварійних режимів.

32. Алгоритм розрахунку аварійних режимів мережі при несиметричних пошкодженнях.

33. Особливості протікання перехідних електромагнітних процесів в електричній мережі з джерелом нескінченної і кінцевої потужності.

34. Практичні методи розрахунку перехідних електромагнітних процесів при К.З.

35. Повні і спрощені рівняння Горєва - Парка.

36. Застосування рівнянь Горєва - Парка для аналізу перехідних електромагнітних процесів.

37. Рівні струмів К.З. в мережах різних номінальних напружень. Зростання рівнів струмів К.З. і необхідність їх обмеження.

38. Методи і технічні засоби обмеження струмів

39. Основні поняття і теореми теорії стійкості. Фазовий портрет системи. Типи особливих точок.

40. Межа потужності, що передається і запас статичної стійкості синхронних генераторів.

41. Електромеханічні перехідні процеси при малих відхиленнях від стійкого і нестійкого режиму. Вплив демпфування і АРВ.

42. Метод малих коливань. Критерії статичної стійкості електричних систем.

43. Вияв статичної нестійкості синхронних генераторів і засоби її запобігання.

44. Динамічна стійкість синхронних генераторів і методи її аналізу.

45. Асинхронні режими синхронних генераторів. Причини виникнення, характер протікання і наслідки.

46. Режими роботи із зниженою частотою. Лавина частоти та засоби її запобігання.

47. Характеристики і статична стійкість вузлів навантаження. Лавина напруження. Критерії статичної стійкості вузлів навантаження.

48. Динамічна стійкість вузлів навантаження. Самозапуск синхронних і асинхронних двигунів.

49. Методи і засоби управління перехідними режимами енергосистем.

50. Заходи щодо поліпшення стійкості режимів роботи енергосистем.

51. Умови роботи зовнішньої ізоляції електроустановок ВН в реальній експлуатації.

52. Який вплив надає спосіб заземлення нейтралі на вибір ізоляції.

53. Вплив неоднорідності електричного поля на напруження розряду.

54. Чим визначається електрична міцність по поверхні для ізоляційної конструкції?

55. Втрати на корону на ЛЕП і способи зниження втрат.

56. Імпульсна міцність ізоляції. Вольт-секундна характеристика і де вона використовується.
57. Координація ізоляції по іскровому проміжку.
58. Зв'язок між напруженням пробою повітряного проміжку з його довжиною, з: щільністю повітря.
59. Напруження сухорозрядне, мокророзрядне і вологорозрядне. Як їх визначають?
60. Зниження якісних показників ізоляції при її внутрішньому зволоженні: струм витоку, опір витоку, можливості пробою.
61. Методи профілактичного контролю ізоляції: коефіцієнт абсорбції, вимірювання часткових розрядів.
62. Випробувальний трансформатор. Особливості конструкції. Схема випробувань на базі випробувального трансформатора: визначення сухорозрядного напруження.
63. Генератор імпульсних напружень (ГІН). Формування імпульсу заданої форми і амплітуди.
64. Вимірювання високого напруження. Дільники. Кульовий вимірювальний розрядник.
65. Імпульсні струми. Вимірювання струмів блискавки на опорах ЛЗП. Феррореєстратори.
66. Конструкція підтримуючих гірлянд на ЛЕП. Нерівномірність падінь напруження по елементах гірлянди.
67. Перенапруження на подовжній і поперечній ізоляції трансформатора при різкій зміні напруження на його вході.
68. Принцип дії захисних розрядників. Види розрядників.
69. Порівняльна характеристика вентильних розрядників і ОПН.
70. Електричні параметри струму блискавки.
71. Принципи захисту від прямих ударів блискавки. Блискавковідводи.
72. Захисні зони блискавковідводів. Вибір блискавковідводів для захисту об'єкта.
73. Призначення заземлюючих пристроїв в установках ВН.
74. Основні електричні параметри заземлювача і їх вимірювання.
75. Імпульсний опір. заземлюючого пристрою.

### ***Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії***

1. Електричне коло. Вузли, вітки, контури кола. Джерела живлення.
2. Закони Кірхгофа. Складання рівнянь для розрахунку струмів в колах за допомогою законів Кірхгофа.
3. Синусоїдний струм і основні величини, що його характеризують.
4. Векторна діаграма. Миттєва потужність в колах синусоїдного струму.
5. Резонанс струмів. Резонанс напруг. Компенсація зсуву фаз. Теорема про баланс активних та реактивних потужностей.
6. Трансформатор і його застосування. Ідеальний та реальний трансформатори.
7. Застосування першого закону Кірхгофа для розрахунку трифазних кіл.
8. Співвідношення між лінійними і фазними напругами і струмами в трифазній системі.
9. Активна, реактивна і повна потужності в трифазній системі. Вимірювання активної потужності в трифазній системі.
10. Переваги трифазних систем.
11. Перехідні процеси в електричному колі.
12. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Закони Ома та Кірхгофа в операторній формі.
13. Діелектрики. Електричні властивості діелектриків.
14. Діелектричні втрати. Фізична суть діелектричних втрат.
15. Електротехнічна модель діелектрика з втратами. Типи діелектричних втрат.
16. Пробій діелектрика. Види пробою і їх фізична суть.
17. Вплив різних фізичних факторів на електричну міцність діелектриків.
18. Класифікація діелектриків. Неорганічні тверді діелектрики.

19. Фізична природа електропровідності. Основні електричні властивості провідників.
20. Вплив температури, домішок, дефектів структури на питомий опір провідників.
21. Класифікація провідникових матеріалів.
22. Надпровідники. Магнітні матеріали.
23. Фізична природа магнетизму. Загальні відомості про магнітні властивості матеріалів.
24. Класифікація магнітних матеріалів і області їх застосування.
25. Напівпровідникові матеріали. Класифікація напівпровідникових матеріалів.
26. Що таке коротке замикання?
27. Що розуміється під перехідним процесом електроенергетичної системи?
28. Що розуміється під нормальним режимом електроенергетичної системи?
29. З якою метою розраховують струми короткого замикання?
30. Який вид короткого замикання відбувається рідше за інші?
31. За яких умов повний струм короткого замикання матиме максимально можливе значення?
32. В чому полягає суть метода симетричних складових?
33. В чому полягає суть правила еквівалентності прямої послідовності?
34. Якими параметрами характеризується генератор в синхронному (усталеному) режимі та в початковий момент раптової зміни режиму за відсутності у нього демпферних обмоток?
35. Що таке статична стійкість електроенергетичної системи, види порушення статичної стійкості?
36. Вкажіть причини, що обумовлюють порушення статичної стійкості типу «Самозбудження».
37. Який характер буде мати перехідний процес в простій системі, якщо характеристичне рівняння системи має наступний вигляд  $p^2 + 3p + 5 = 0$ ?
38. Запишіть основне рівняння руху ротора генератора.
39. Що таке динамічна стійкість? Що є причинами порушення динамічної стійкості електроенергетичної системи?
40. Поясніть фізичний зміст площі прискорення і гальмування при використанні методу площ для аналізу динамічної стійкості електроенергетичної системи.
41. Для чого при аналізі динамічної стійкості електроенергетичної системи використовується метод послідовних інтервалів?
42. Назвіть основні заходи щодо поліпшення динамічної стійкості електроенергетичної системи.
43. Що розуміється під результируючою стійкістю електроенергетичної системи?
44. Назвіть ознаки асинхронного ходу в електроенергетичній системі.
45. Назвіть необхідну і достатню умови ресинхронізації генератора електроенергетичної системи.
46. Назвіть фактори, що впливають на стійкість вузла навантаження електроенергетичної системи.
47. Що розуміється під « лавиною напруги » в електроенергетичній системі ?
48. Що обумовлює зміна частоти в електроенергетичній системі ?
49. Що розуміється під « лавиною частоти » в електроенергетичній системі ?
50. Назвіть принцип дії диференційного захисту.
51. Назвіть принцип дії дистанційного захисту.
52. Назвіть принцип дії максимального струмового захисту.
53. Назвіть принцип дії високочастотного захисту.
54. Які види захисту використовують на генераторах електричних станцій?
55. Які види захисту використовують на високовольтних трансформаторах?
56. Які види захисту використовують на енергоблоках електричних станцій?
57. Які види захисту використовують на лініях електропередач?
58. Які види захисту використовують на високовольтних електродвигунах?

59. Які види захисту використовують на збірних шинах електричних станцій і підстанцій.
60. Які вимоги висуваються до пристроїв релейного захисту та автоматики електроенергетичної системи.
61. Які види захисту використовують в електричній мережі постійного струму?
62. Які види захисту використовують в установках ємкісної компенсації реактивної потужності?
63. Які види захисту використовують в перетворюючих агрегатах електроенергетичної системи?
64. Які види захисту використовують в установках 0,4 кВ?
65. Поясніть явище самозапуска двигунів при АВР.
66. Витримка часу при одноразовому і двократному АПВ?
67. У чому достоїнства і недоліки електромеханічних реле захисту?
68. У чому переваги мікропроцесорних терміналів захисту електроенергетичної системи?
69. На що реагує газовий захист трансформатора?
70. Який вигляд мають характеристики спрацьовування першого ступеня дистанційного захисту?
71. Що обмежує чутливість диференціального захисту трансформатора?
72. У чому принципова відмінність дистанційного захисту від пристроїв визначення місця короткого замикання?
73. Як визначається надійність мікропроцесорних пристроїв РЗА?
74. Функції сучасних пристроїв реєстрації аварійних подій і їх технічні характеристики?

### ***Технології кібербезпеки в електроенергетиці***

1. Електричне коло. Вузли, вітки, контури кола. Джерела живлення.
2. Закони Кірхгофа. Складання рівнянь для розрахунку струмів в колах за допомогою законів Кірхгофа.
3. Синусоїдний струм і основні величини, що його характеризують.
4. Векторна діаграма. Миттєва потужність в колах синусоїдного струму.
5. Резонанс струмів. Резонанс напруг. Компенсація зсуву фаз. Теорема про баланс активних та реактивних потужностей.
6. Трансформатор і його застосування. Ідеальний та реальний трансформатори.
7. Застосування першого закону Кірхгофа для розрахунку трифазних кіл.
8. Співвідношення між лінійними і фазними напругами і струмами в трифазній системі.
9. Активна, реактивна і повна потужності в трифазній системі. Вимірювання активної потужності в трифазній системі.
10. Переваги трифазних систем.
11. Перехідні процеси в електричному колі.
12. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Закони Ома та Кірхгофа в операторній формі.
13. Діелектрики. Електричні властивості діелектриків.
14. Діелектричні втрати. Фізична суть діелектричних втрат.
15. Електротехнічна модель діелектрика з втратами. Типи діелектричних втрат.
16. Пробій діелектрика. Види пробую і їх фізична суть.
17. Вплив різних фізичних факторів на електричну міцність діелектриків.
18. Класифікація діелектриків. Неорганічні тверді діелектрики.
19. Фізична природа електропровідності. Основні електричні властивості провідників.
20. Вплив температури, домішок, дефектів структури на питомий опір провідників.
21. Класифікація провідникових матеріалів.
22. Надпровідники. Магнітні матеріали.
23. Фізична природа магнетизму. Загальні відомості про магнітні властивості

матеріалів.

24. Класифікація магнітних матеріалів і області їх застосування.
25. Напівпровідникові матеріали. Класифікація напівпровідникових матеріалів.
26. Що таке коротке замикання?
27. Що розуміється під перехідним процесом електроенергетичної системи?
28. Що розуміється під нормальним режимом електроенергетичної системи?
29. З якою метою розраховують струми короткого замикання?
30. Який вид короткого замикання відбувається рідше за інші?
31. За яких умов повний струм короткого замикання матиме максимально можливе значення?
32. В чому полягає суть метода симетричних складових?
33. В чому полягає суть правила еквівалентності прямої послідовності?
34. Якими параметрами характеризується генератор в синхронному (усталеному) режимі та в початковий момент раптової зміни режиму за відсутності у нього демпферних обмоток ?
35. Що таке статична стійкість електроенергетичної системи, види порушення статичної стійкості?
36. Вкажіть причини, що обумовлюють порушення статичної стійкості типу «Самозбудження».
37. Який характер буде мати перехідний процес в простій системі, якщо характеристичне рівняння системи має наступний вигляд  $p^2 + 3p + 5 = 0$  ?
38. Запишіть основне рівняння руху ротора генератора.
39. Що таке динамічна стійкість? Що є причинами порушення динамічної стійкості електроенергетичної системи?
40. Поясніть фізичний зміст площі прискорення і гальмування при використанні методу площ для аналізу динамічної стійкості електроенергетичної системи.
41. Для чого при аналізі динамічної стійкості електроенергетичної системи використовується метод послідовних інтервалів?
42. Назвіть основні заходи щодо поліпшення динамічної стійкості електроенергетичної системи.
43. Що розуміється під результируючою стійкістю електроенергетичної системи?
44. Назвіть ознаки асинхронного ходу в електроенергетичній системі.
45. Назвіть необхідну і достатню умови ресинхронізації генератора електроенергетичної системи.
46. Назвіть фактори , що впливають на стійкість вузла навантаження електроенергетичної системи.
47. Що розуміється під « лавиною напруги » в електроенергетичній системі ?
48. Що обумовлює зміна частоти в електроенергетичній системі ?
49. Що розуміється під « лавиною частоти » в електроенергетичній системі ?
50. Назвіть принцип дії диференційного захисту.
51. Назвіть принцип дії дистанційного захисту.
52. Назвіть принцип дії максимального струмового захисту.
53. Назвіть принцип дії високочастотного захисту.
54. Які види захисту використовують на генераторах електричних станцій?
55. Які види захисту використовують на високовольтних трансформаторах?
56. Які види захисту використовують на енергоблоках електричних станцій?
57. Які види захисту використовують на лініях електропередач?
58. Які види захисту використовують на високовольтних електродвигунах?
59. Які види захисту використовують на збірних шинах електричних станцій і підстанцій.
60. Які вимоги висуваються до пристроїв релейного захисту та автоматики електроенергетичної системи.
61. Які види захисту використовують в електричній мережі постійного струму?

62. Які види захисту використовують в установках ємкісної компенсації реактивної потужності?
63. Які види захисту використовують в перетворюючих агрегатах електроенергетичної системи?
64. Які види захисту використовують в установках 0,4 кВ?
65. Поясніть явище самозапуска двигунів при АВР.
66. Витримка часу при одноразовому і двократному АПВ?
67. У чому достоїнства і недоліки електромеханічних реле захисту?
68. У чому переваги мікропроцесорних терміналів захисту електроенергетичної системи?
69. На що реагує газовий захист трансформатора?
70. Який вигляд мають характеристики спрацьовування першого ступеня дистанційного захисту?
71. Що обмежує чутливість диференціального захисту трансформатора?
72. У чому принципова відмінність дистанційного захисту від пристроїв визначення місця короткого замикання?
73. Як визначається надійність мікропроцесорних пристроїв РЗА?
74. Функції сучасних пристроїв реєстрації аварійних подій і їх технічні характеристики?
75. Поняття інформаційної безпеки.
76. Авторизація та автентифікація.
77. Використання комп'ютерних мереж у електроенергетиці та їх кібербезпека.
78. Системи автоматизованого управління технологічними процесами у електроенергетиці.

### ***Електроізоляційна, кабельна та оптоволоконна техніка***

1. Основні електроізоляційні матеріали, які застосовуються при виробництві електроенергетичного обладнання.
2. Поляризація діелектриків. Види поляризації. Залежність діелектричної проникності від напруженості електричного поля, частоти для неполярних та полярних діелектриків.
3. Активні діелектрики. Сегнетоелектрики, п'єзоелектрики та електрети. Особливості структури та області застосування.
4. Діелектричні втрати на постійній та змінній напрузі. Схеми заміщення ізоляції. Тангенс кута діелектричних втрат. Залежність тангенса кута діелектричних втрат від частоти.
5. Старіння електричної ізоляції. Закономірності електричного старіння діелектрика. Теплове старіння. Формула Журкова.
6. Вплив структури діелектрика та технології виготовлення на утворення об'ємного заряду. Модель Вагнера – Максвелла для двошарової ізоляції.
7. Залежність електричної міцності ізоляції від виду напруги. Вибір розрахункових напруг.
8. Види експлуатаційних електричних перенапруг і методика їх обліку при проектуванні ізоляції високовольтних електричних машин.
9. Ізоляція високовольтних електричних машин і гідрогенераторів. Технологія виготовлення статорних стрижнів турбогенераторів і котушок гідрогенераторів зі склослюдінітовою термореактивною ізоляцією.
10. Методи і технічні засоби контролю і випробування ізоляції електричних машин.
11. Перспективні види термореактивних систем ізоляції підвищеної нагрівостійкості на основі синтетичних плівок.
12. Силові конденсатори. Класифікація. Основні параметри.
13. Косинусні конденсатори для компенсації реактивної потужності.
14. Конструкції та характеристики ізоляторів для повітряних ліній електропередавання.
15. Системи ізоляції високовольтних ввідів. Вплив закону змінення довжини обкладинок на електричну міцність конденсаторних обкладинок вводу.

16. Кабелі та види їх класифікації. Загальна характеристика світового та європейського ринків кабельних виробів. Кабельні заводи України. Силові кабельні лінії та перспективи їх розвитку.
17. Основні принципи технологічного проектування. Конструкторська та технологічна підготовка виробництва кабельних виробів.
18. Основні елементи конструкції кабеля. Конструкції, матеріали та основи виготовлення струмопровідних жил кабельних виробів.
19. Конструкції, матеріали та основи виготовлення ізоляції струмопровідних жил кабельних виробів.
20. Поняття критерію оптимізації ізоляції кабеля. Оптимізація ізоляції по максимальній напруженості електричного поля.
21. Основні розрахункові моделі для визначення максимальних значень електричних навантажень: радіальне поле в однорідному діелектрику при змінній напрузі. Особливості електричних розрахунків високовольтних кабелів.
22. Особливості конструкцій кабелів з пластмасовою ізоляцією. Накладання пластмасової ізоляції: екструдери, основний інструмент, фізичні та хімічні процеси при накладанні пластмас гарячим пресуванням, перспективні технології.
23. Сучасні процеси вулканізації полімерів. Особливості вулканізації силових кабелів високої напруги з ізоляцією на основі поліетилену.
24. Основні розрахункові моделі для визначення максимального допустимого струму силових кабелів.
25. Основні схеми технологічних процесів та технологічні операції при виготовленні силових високовольтних кабелів.
26. Технологічні лінії для виготовлення силових кабелів.
27. Перспективи впровадження кабелів постійного струму. Особливості електричного розрахунку ізоляції кабелів постійного струму.
28. Вплив умов прокладання на пропускну здатність силових кабелів.
29. Контроль та діагностика електричної ізоляції силових кабелів на технологічній стадії виготовлення.
30. Режими роботи кабельних ліній.
31. Зв'язок між напругою (струмом, потужністю) на початку та в кінці довгої лінії в неузгодженому режимі.
32. Вхідний опір кабельної лінії. Взаємозв'язок між вхідним та хвильовим опором лінії та кабелю.
33. Зв'язок між напругою (струмом, потужністю) на початку та в кінці довгої лінії в узгодженому режимі.
34. Методи узгодження кабельних ліній. Узгоджувальний автотрансформатор.
35. Загальні принципи розрахунків параметрів передачі кабелів зв'язку. Класи та типи електромагнітних хвиль в кабелях зв'язку.
36. Особливості розрахунків кабелів зв'язку. Рівняння електродинаміки. Основи розрахунків первинних та вторинних параметрів передачі електричних кабелів зв'язку.
37. Процеси в провідникових матеріалах кабелів при протіканні змінного струму. Поверхневий ефект та ефект близькості.
38. Електрична ємність та активна провідність ізоляції кабелів зв'язку. Частотні залежності параметрів.
39. Коефіцієнт загасання. Оптимальна конструкція кабелю зв'язку з точки зору коефіцієнту загасання. Співвідношення Хевісайда.
40. Основне рівняння електромагнітного впливу в кабелях зв'язку. Частотні залежності параметрів впливу.
41. Вимоги до кабелів зв'язку при передачі цифрових сигналів. Методи підвищення завадостійкості кабелів на основі витих пар. Скрутка та екранування.
42. Конструкції та характеристики кабелів мереж кабельного телебачення.
43. Кабелі структурованих кабельних мереж на основі витих пар.
44. Типи та параметри кабелів на основі витих пар, коаксіальних та оптичних кабелів.

45. Кабелі автоматизованих систем управління технологічними процесами (Profibus).
46. Технологія фізичного спінення ізоляції коаксіальних кабелів.
47. Особливості технології виготовлення волоконно-оптичних кабелів.
48. Технологічні лінії для виготовлення волоконно-оптичних кабелів.
49. Способи прокладання оптичних кабелів. Вимоги до розтягуючих зусиль при прокладанні оптичних кабелів.
50. З'єднання оптичних кабелів. Технологія зварювання оптичних волокон. Роз'ємні та нероз'ємні з'єднувачі.
51. Норми на втрати при з'єднанні оптичних кабелів. Апаратура для з'єднання.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### *Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії*

1. В.А. Маляренко, Л.В. Лисак. Енергетика, довкілля, енергозбереження. / Під заг. ред. проф. В. А. Маляренка, Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.
2. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання Х: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.з іл.
3. Альтернативні енергоресурси: навчальний посібник / С. В. Бойченко, А. В. Яковлева, О. О. Вовк, Казимир Лейда, С. Й. Шаманський; за заг. редакцією С. В. Бойченка. – К.: НАУ, 2021. – 397 с.
4. Основи вітроенергетики: підручник / Г.Півняк, Ф.Шкребець.-Д.:НГУ,2015.-335с.
5. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. – К.: ТОВ «ВіолаПрінт», 2008. – 55 с.
6. Електротехнологічні установки та системи: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ імені Ігоря Сікорського; уклад.: В.О. Бржезицький, Я.О. Гаран, М.Ю. Лапоша, Є.О. Троценко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,70 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 136 с.

### *Техніка та електрофізика високих напруг*

1. Техніка і електрофізика високих напруг : Навч. посібник / В.О. Бржезицький, А.В. Ісакова, В.В. Рудаков та ін. – Харків: НТУ «ХПІ»- Торнадо, 2005 – 930 с.
2. Рой В. Ф. Конспект лекцій з дисципліни «Техніка високих напруг». - Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 160 с.
3. Акімов О.І., Сушко Д.Л. Техніка високих напруг. Ізоляція та перенапруги в пристроях електропостачання і електричної тяги залізничного транспорту: Навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 217 с.
4. Техніка високих напруг: Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. Б. Абрамов, В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, О. Р. Проценко – Електронні текстові дані (1 файл: 8,95 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. –345с.

### *Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології*

1. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.
2. Основи електропостачання: підруч. / Козирський В.В., Волошин С.М., – К.: Компринт, 2021. – 497с.
3. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посіб. / Артюх С. Ф., Лазуренко О. П., Махотіло К. В., Черкашина Г. І., Веремійчук Ю. А. – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 228 с.
4. Махотіло К.В. Основи термографії (Навчальний посібник) / Махотіло К.В., Лисенко Л.І., Булгаков О.В. // ФОП Панов А.М., 2021. – 106 с.
5. Маляренко В.А. Немировський І.А., Енергозбереження та енергетичний аудит, Харків, НТУ «ХПІ», 2011. –367с.

### ***Електричні станції***

1. Електрична частина станцій та підстанцій: курс лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/уклад.: О.В. Остапчук, П.Л. Денисюк, Ю.П. Матеєнко/КПІ ім. Ігоря Сікорського, – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 183 с.

2. Данилова О.А. Власні потреби атомних електростанцій (Навчально-методичний посібник для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» усіх форм навчання вищих навчальних закладів) / Данилова О.А., Лисенко Л.І., Тищенко А.А., Івахнов А.В. // [Електронне видання] Код доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/54720>, 2021. – 94 с.

3. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, Л.І. Несен, за ред. Г.Г. Півняка ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 5-те вид., доопрац. та допов. – Дніпро : НГУ, 2016. – 600 с.

4. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.

5. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. – 533 с

6. Релейний захист і автоматика: Навч. посібник / С. В. Панченко, В. С. Блиндюк, В. М. Баженов та ін.; за ред. В. М. Баженова. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – Ч. 1. – 250 с

7. Релейний захист і автоматика: Навч. посібник / С. В. Панченко, В. С. Блиндюк, В. М. Баженов та ін.; за ред. В. М. Баженова. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – Ч. 2. – 276 с.

### ***Електричні системи і мережі***

1 Захарченко В.П. та ін Електричні системи та мережі: навч. посіб. - Київ :НАУ,2021.- 338 с.

2 Малогулко Ю.В., Бурикін О.Б., Кацадзе Т.Л., Нетребський В. В. Електричні системи і мережі. Частина 2: навчальний посібник / За ред. П. Д. Лежнюка. – Вінниця : ВНТУ 2021. - 158 с.

3 Малогулко Ю.В., Бурикін О.Б., Кацадзе Т.Л., Нетребський В. В. Електричні системи і мережі. Частина 1: навчальний посібник / За ред. П. Д. Лежнюка. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 200 с.

4 Климова Р.Н. Електроенергетичні системи та мережі. Енергозбереження. Мелітополь. 2020.- 436с.

5 Орлович А.Ю., Плешков П.Г., Козловський О.А., Співак О.В., Котиш А.І., Величко Т.В Електричне обладнання підстанцій систем електропостачання.- М-во освіти і науки України, Центральноукр. нац. техн. ун-т.– Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2019. – 272 с.

6 Лебединський, І.Л. Електричні системи та мережі: конспект лекцій для студ. спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія» усіх форм навчання. – Суми: СумДУ, 2018. – 214 с.

7 Гаряжа В. М. Конспект лекцій з курсу "Електрична частина станцій та підстанцій" (частина 1) (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / В. М. Гаряжа, А. О. Карюк; Харків. нац. Ун-т міськ. Госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків :ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 149 с.

8 Базюк Т.М., Блінов І.В., Буткевич О.Ф.і ін. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими: За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка / Інститут електродинаміки НАН України. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. – 400с

9 Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: підручник М-во освіти і науки України, 3-тє вид, переробл. та доповн. Львів: Вид-но Нац. ун «Львівська політехніка», 2015.- 540 с

- 10 Кирик В.В., Масалова Т.Б. Електричні системи та мережі. Режими роботи розімкнених мереж. Навчальний посібник. - Київ: НТУУ «КПІ», 2015.– 256 с.
- 11 Парафенюк О.А. Електричні системи та мережі: навч. посіб. / Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці : Рута, 2013. - 183 с.
- 12 Сулейманов В.М., Чижевський В.В., Лутчин М.М. Електричні системи та мережі: навч. посіб. Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - К. : НТУУ "КПІ", 2012. - 169 с.
- 13 Журахівський А.В., Кінаш Б.М., Пастух О.Р. Надійність електричних систем і мереж: навч. посіб. М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012.- 280 с.
- 14 Проскурня О.М., Ганус О.І. «Економіка в енергетиці»: Навч. посіб. для студентів усіх форм навчання спеціальності 7.090602 – «Електричні мережі та системи» – Харків: НТУ«ХП», 2012.– 272 с.
- 15 Зорін В.В., Штогрин Є.А., Буйний Р.О. Електричні мережі та системи. Ніжин. АспектПоліграф. 2011.- 248 с.
- 16 Кігель Г.А., Півняк Г.Г.-Електричні мережі систем електропостачання: навч. посібник 2-ге вид., перероб. і доп. Д.:Національний гірничий університет, 2011. -318 с
- 17 Шмиг Р.А., Боярчук В.М., Добрянський І.М., Барабаш В.М. Електрична мережа / За заг. ред. Р. А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 88
- 18 Орлович А.Ю., Плешков П.Г., Величко Т.В. Електричне обладнання підстанцій систем електропостачання: навчальний посібник для напряму підготовки 6.050701 "Електроенергетика та електротехнології". Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2009. – 334 с.
- 19 Сулайманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі та системи: підручник. Київ:ТНУУ «КПІ», 2008. - 456 с.
- 20 Василега П.О. Електропостачання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. /. - Суми : Університетська книга, 2008. - 415 с.
- 21 Кулик В.В., Остапчук Ж.І., Тептя В.В. Моделювання в задачах розвитку електричних систем. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 128 с.
- 22 Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: підручник. Львів: Вид-но Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2007. 488 с.
- 23 Роголь, Г.Л. Енергозбереження : навч. посіб. К.: Дельта, 2007.- 192 с.
- 24 Романюк Ю.Ф. Електричні системи та мережі: навчальний посібник. - Івано-Франківськ: Факел,2004. - 272 с
- 25 Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств: підручник. – Вінниця : Нова книга, 2004. – 656 с.
- 26 Лук'яненко Ю.В., Остапчук Ж.І., Кулик В.В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні. Навчальний посібник. - Вінниця ВДТУ 2002.- 116 с.
27. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Видавництво «Форт», 2017. – 760 с.
28. Норми технологічного проектування енергетичних систем та електричних мереж 35 кВ та вище. К.: Міненерго України, 1994. 37 с.
- 29.Трансформатори силові. Типова інструкція з експлуатації: СОУ 40.1521677681507:2009 / М-во паливата енергетики України. – Офіц. вид. – К.: ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2009. – 111 с
30. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Правила користування електричною енергією. Укрархбудінформ. – К.: 2001
31. ДБН В.2.5-16-99. Інженерне обладнання споруд, зовнішніх мереж. Визначення розмірів земельних ділянок для об'єктів електричних мереж. К.: Держбуд України, 1999. 24 с.

***Системи управління виробництвом та розподілом електричної енергії та технології кібербезпеки в електроенергетиці***

1. Перхач В.С. Теоретична електротехніка: Лінійні кола: Підручник. Київ, ВШ, 1992.- 439 с.
2. Теорія електричних і магнітних кіл: Підручник / С. В. Панченко, О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв та ін. – 2-ге вид., випр. та допов. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 246 с., ISBN 978-

617-654-135-6.

3. Мадьяров, В. Г. М30 Теоретичні основи електротехніки. Частина 1 : конспект лекцій / Карпов Ю. О., Магас Т. Є., Мадьяров В. Г. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 154 с.
4. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посібник / В.С. Маляр. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 312 с.
5. Основи електроніки : навч. посіб. / А. С. Васюра, Г. Д. Дорощенко, В. П. Кожем'яко, Г. Л. Лисенко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 197 с.
6. Розрахунок перехідних процесів у лінійних електричних колах : навч. посіб. / І.А. Курило, В.П. Грудська, Л.Ю. Спінул, М.А.Щерба.-К.: НТУУ "КПІ", 2013.-289 с.: іл.-Бібл.: с.288
7. Основи електроніки: функціональні елементи та їх застосування. Підручник для студентів неелектротехнічних спеціальностей вищих навчальних закладів. — Львів: : «Новий Світ—2000»; «Магнолія плюс».—2003. —208 с.
8. Перехідні процеси в системах електропостачання: Підручник для вузів. Вид. 2-е, доправ. та доп. / Г.Г. Півняк, В.М. Винославський, А.Я. Рибалко, Л.І.Несен / За ред. академіка НАН України Г.Г.Півняка. - Дніпропетровськ: Видавництво НГА України, 2000. - 597 с.
9. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, Л.І. Несен, за ред. Г.Г. Півняка ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 5-те вид., доопрац. та допов. – Дніпро : НГУ, 2016. – 600 с.
10. Черемісін М. М., Мороз О. М., Єгоров О. Б., Швець С. В. Перехідні процеси в системах електропостачання: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / М. М. Черемісін, О. М. Мороз, О. Б. Єгоров, С. В. Швець. — Харків: ТОВ "В справі", 2016. — 260 с.
11. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. – 533 с.
12. Релейний захист і автоматика: Навч. посібник / С. В. Панченко, В. С. Блиндюк, В. М. Баженов та ін.; за ред. В. М. Баженова. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – Ч. 1. – 250 с.
13. Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем: навчальний посібник. Ч. 2 / укл.: Д.П. Козярьський, Е.В. Майструк, І.П. Козярьський. Чернівці: Чернівецький нац. ун., 2019. 133 с
14. Автоматика протиаварійного управління електроенергетичних систем: Підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Є.І. Сокол, Г.А. Сендерович, О.Г. Гриб та ін. - Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. - 216 с.

### ***Електроізоляційна, кабельна та оптоволоконна техніка***

1. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: Навч.посібник / В.Б.Абрамов, В.О.Бржезицький, О.Р.Проценко, під ред. Бржезицького В.О. –К.:НТУУ «КПІ», 2015. – 235 с.
2. Василець С. В., Василець К. С. Техніка високих напруг – Рівне : НУВГП, 2018. – 187 с.
3. Гуменюк О. І. Технологія ремонту і експлуатація високовольтних уводів та їх конструктивні особливості: Довідково методичний посібник/ Гуменюк О. І., Рубаненко О. Є., Остапчук О. М., ТалOVERЯ В. Л., Шаповалов Ю. О. – К.: ДП «Науково-технічний учбово-консультаційний центр», 2012. – 552 с.
4. Бржезицький В.О., Ісакова А.В., Рудаков В.В. та ін. Техніка та електрофізика високих напруг: Навч. Посібник / За ред.. В.О.Бржезицького та В.М.Михайлова.-Харків:НТУ «ХПІ»-Торнадо,2005.-930с.
5. Карпушенко В.П., Щебенюк Л.А., Антоненко Ю.О., Науменко О.А.. Силові кабелі низької та середньої напруги. Конструювання, технологія, якість. Харків: Регіон-Інформ.2000.-340с.
6. Щебенюк Л. А., Гурин А. Г. Визначення навантажувальної здатності силових кабелів: навчально-методичний посібник Харків.: Видавництво «Підручник НТУ «ХПІ», 2013. – 136 с. – укр.
7. Вакуленко О.В., Голь В.Д., Ірха М.С., Хахлюк О.А. Лінії передачі. Підручник. – Київ: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 218 с.

8. Каток В.Б. Волоконно-оптичні системи зв'язку. – К.: , 1999. – 483 с.
9. Mahlke G., Gossing P. Fiber optic cables: fundamentals, cable engineering, systems planning. - Berlin; Munchen: Siemens-Aktienges., 1993. 244 p.
10. Карпов Ю. О., Ведміцький Ю. Г., Кухарчук В. В. Теоретичні основи електротехніки. Електромагнітне поле: Підручник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. – 407с.
11. Теоретична електродинаміка : підручник / [О. В. Багацька, О. Ю. Бутрим, М. М. Колчигін.] – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 414 с.
12. Жданов В.І. Класична теорія електромагнітного поля. Мікроскопічна теорія. Київ.: НТУУ «КПІ» – 2014. – 84 с.
13. Поплавко Ю.М. , Переверзева Л.П., Воронов С.О., Якименко Ю.І. Фізиичне матеріалознавство. Частина друга. Діелектрики. – Київ:НТУУ «КПІ», 2007 – 592 с.
14. Поплавко Ю.М. Фізика діелектриків. – Київ: НТУУ «КПІ», 2015 – 572 с.
15. Гобрей Р. М. Технічне діагностування, випробування та вимірювання електрообладнання в умовах монтажу, налагоджування і в експлуатації. Частина 1./ Р. М. Гобрей, О. Є. Рубаненко та ін. – К.: «ДП НТУКЦ», 2008. – 524 с.
16. Гобрей Р. М. Технічне діагностування, випробування та вимірювання електрообладнання в умовах монтажу, налагоджування і в експлуатації. Частина 2./ Р. М. Гобрей, Г. В. Шинкаренко та ін. – К.: «ДП НТУКЦ», 2011. – 1008 с.
17. Матвійчук В. А. Технології наукових досліджень: навчальний посібник / В. А. Матвійчук, П. Д. Лежнюк, О. Є. Рубаненко. – Вінниця: ВНАУ, 2015. – 190 с

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І

### ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань.

Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибоке знання</b> навчального матеріалу, що міститься в <b>літературних джерелах</b>;</li> <li>– <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>– <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно-последовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b></p>
82–89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b></p>
75–81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати практичні задачі</b></li> </ul>	<p>– <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для розв'язування <b>складних практичних задач</b></p>
64–74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати прості практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>невміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– <b>невміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу,</li> <li>– вміння розв'язувати найпростіші <b>практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу;</li> <li>– невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку;</li> <li>– невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b></li> </ul>
35–59	FX	Незадовільно	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>– незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу;</li> <li>– <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання;</li> <li>– невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b></li> </ul>
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>– повна <b>відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу;</li> <li>– <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання;</li> <li>– незнання основних фундаментальних положень;</li> <li>– невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних задач</b></li> </ul>

*Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра на основі молодшого спеціаліста та магістра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2023 році.*

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.  
 Протокол № 8 від 25 березня 2025 р.

Голова вченої ради Е інституту  
 Голова фахової атестаційної комісії

Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМА**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною  
пропозицією:

**Електромеханіка**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

Харків 2025

## ЗМІСТ

Анотація .....	3
Зміст програми .....	3
Теоретичні основи електротехніки.....	10
Електротехнічні матеріали .....	12
Основи метрології та електричних вимірювань.....	12
Електричні апарати .....	13
Рухомий склад електротранспорту.....	14
Основи електричної тяги .....	15
Тягові підстанції та контактні мережі.....	15
Моделювання електромеханічних систем .....	16
Технологія електромашинобудування .....	17
Електричні машини.....	17
Конструювання електричних машин .....	19
Теплові, гідравлічні та аеродинамічні процеси в електричних машинах.....	20
Експлуатація та ремонт електричних машин .....	21
Випробування та діагностика електричних машин .....	21
Рекомендована література .....	22
Критерії оцінювання .....	25

# ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

## АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами відповідно до освітнього ступеня «бакалавр».

Вступник повинен продемонструвати необхідний спектр знань та умінь, які дозволяють йому отримати допуск до підготовки на здобуття кваліфікації магістра за відповідним напрямом підготовки, яка передбачає роботу в галузі розробки та конструювання та експлуатації електричних машин, електричних апаратів, побутової техніки та електричного транспорту з використанням спеціалізованих комп'ютерних програм та широким використанням комп'ютерних та інформаційних технологій при їх проектуванні, дослідженні та експлуатації, а також роботу з впровадження нових технологій на існуючих та нових підприємствах для підвищення конкурентоздатності продукції та підвищення енергоефективності її виробництва.

Під час підготовки до випробування необхідно звернути увагу на те, що абітурієнт повинен:

**знати:** основи теорії електричних кіл та електромагнітного поля, основи матеріалознавства провідникових, ізоляційних та магнітних матеріалів, теорію електричних машин, а також основні відомості про електричні апарати та електричний транспорт, їх призначення та особливості застосування, технологію виробництва, особливості випробувань, експлуатації та діагностики електричних машин і трансформаторів.

**вміти:** виконувати розрахунки, пов'язані з лінійними та нелінійними колами постійного та змінного струму, виконувати розрахунки, пов'язані з електричними та магнітними полями, обирати електротехнічні матеріали для конструкцій електричних машин, апаратів та елементів електричного транспорту, а також обирати відповідні електричні машини й апарати для різноманітних електротехнічних комплексів.

Вступне фахове випробування включає зміст навчальних дисциплін:

1. Теоретичні основи електротехніки
2. Електротехнічні матеріали;
3. Основи метрології та електричних вимірювань;
4. Електричні апарати;
5. Рухомий склад електротранспорту;
6. Основи електричної тяги;
7. Тягові підстанції та контактні мережі;
8. Моделювання електромеханічних систем;
9. Технологія електромашинобудування;
10. Електричні машини;
11. Конструювання електричних машин;
12. Теплові, гідравлічні та аеродинамічні процеси в електричних машинах;
13. Експлуатація та ремонт електричних машин;

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

#### 1.1 Теорія лінійних електричних кіл постійного струму

Електричні кола постійного струму. Основні поняття та визначення. Закон Ома. Правило розподілення. Закони Кірхгофа. Розрахунок простих електричних кіл. Енергія та потужність. Джерела енергії. Еквівалентні перетворення джерел напруги та струму. Послідовне з'єднання джерел. Вироблювана, обмінна, споживана, витрачена енергія (потужність). Баланс потужностей. Розрахунок складних кіл постійного струму методом

рівнянь Кірхгофа та методом контурних струмів. Принцип та метод накладання. Метод взаємності. Метод вузлових потенціалів. Теорема компенсації та метод еквівалентного генератора. Передача енергії від активного двополюсника до пасивного. Коефіцієнт корисної дії (ККД) передачі. Еквівалентні перетворення в електричних колах (трикутник-зірка, зірка-трикутник, кілька паралельних гілок – одна еквівалентна).

### **1.2 Теорія лінійних електричних кіл змінного струму**

Електричні кола змінного струму. Основні поняття та визначення. Індуктивність. Ємність. Повний, активний і реактивний опори. Діюче та середнє значення струмів та напруги. Зображення гармонійних функцій часу з допомогою обертових векторів. Рівняння елементарного кола зі зосередженими параметрами. Закон Ома для кола гармонійного струму. Векторна діаграма. Закон Ома для R, R-L, C, R-C і R-L-C елементарних кіл. Трикутники опорів та провідності. Послідовне та паралельне з'єднання у колі гармонійного струму. Комплексний метод розрахунку кіл синусоїдального струму: загальні поняття та визначення. Комплексні опори та провідності. Закони Ома та Кірхгофа в комплексній формі. Розрахунок електричного кола в комплексній формі. Потужність у колі гармонійного струму. Активний та реактивний процеси. Трикутники потужностей. Комплексне зображення повної потужності. Баланс потужностей. Резонанс у колі гармонійного струму. Резонанс напруги. Частотні характеристики та резонансні криві. Резонанс струмів. Особливості резонансу при відсутності активного опору. Електричні кола з магнітним зв'язком. Закон електромагнітної індукції. Взаємоіндуктивність. Послідовне та паралельне з'єднання індуктивно зв'язаних елементів. Усунення індуктивних зв'язків між елементами (метод індуктивної розв'язки). Трансформатор без феромагнітного осердя, його рівняння, векторна діаграма, схема заміщення. Негармонійні напруги та струми. Гармонічні складові ряду Фур'є. Діючі значення несинусоїдних струмів та напруг. Потужність у колах негармонійного струму. Розрахунок кіл негармонійного струму. Вплив параметрів кола на форму струму та напруги. Поняття про биття та модульовані коливання. Теорія чотириполюсників. Визначення первинних параметрів та параметрів схем заміщення чотириполюсників. Повторні параметри чотириполюсників. Рівняння в гіперболічних функціях. Ланцюгові схеми та частотні електричні фільтри (загальні поняття).

### **1.3 Трифазні електричні кола і магнітні кола**

Властивості багатофазних систем. Принцип роботи 3-х фазного синхронного генератора. З'єднання фаз зіркою та трикутником. Лінійні й фазні напруги генератора (миттєві значення, комплексна форма запису). Розрахунок симетричних трифазних кіл при з'єднанні зіркою та трикутником (з урахуванням опорів ліній й без). Векторна діаграма. Розрахунок несиметричних трифазних кіл при з'єднанні зіркою та трикутником. Векторна діаграма. Потужність та її вимірювання. Потужність трифазного кола й навантаження. Крайні випадки несиметрії 3-х фазних кіл. Обертове магнітне поле, його рівняння. Метод симетричних складових (основні положення).

Нелінійні електричні кола. Графоаналітичний розрахунок простих кіл. Метод двох вузлів та еквівалентного генератора.

Магнітні кола постійного магнітного потоку. Закони повного струму і безперервність магнітного потоку. Закони Ома і Кірхгофа для магнітних кіл. Розрахунок магнітних кіл (нерозгалужених та розгалужених). Пряма та зворотна задачі розрахунку магнітних кіл. Розрахунок магнітних кіл з постійними магнітами.

Магнітні кола змінного магнітного потоку. Закон електромагнітної індукції. Втрати на гістерезис та вихрові струми.

Реактивна котушка зі сталевим осердям. Форма струму. Рівняння. Схема заміщення. Векторна діаграма. Розрахунок.

Трансформатор зі сталевим осердям. Рівняння. Схема заміщення. Векторна діаграма. Визначення параметрів схеми заміщення по дослідам неробочого ходу та короткого замикання. Розрахунок номінального режиму роботи трансформатора.

### **1.4 Перехідні процеси в лінійних електричних колах.**

Основні визначення та поняття. Закони комутації. Класичний метод. Примусова та вільні складові. Перехідні процеси у колах з одним накопичувачем енергії. Стала часу.

Перехідні процеси у колі R-L при постійній та гармонійній напрузі джерела. Перехідні процеси у колі R-C при постійній та гармонійній напрузі джерел. Стала часу розгалуженого кола. Перехідні процеси в колах з двома накопичувачами енергії. Розряд конденсатора на активно-індуктивне навантаження (аперіодичний та коливальний процеси). Вмикання кола R-L-C на постійну напругу (аперіодичний та коливальний процеси).

Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Основні теореми та правила. Операторні зображення простих функцій. Закон Ома в операторній формі. Закони Кірхгофа в операторній формі. Фіктивні ЕРС.

### **1.5 Електростатичне поле**

Електромагнітне поле як вид матерії. Рівняння Максвелла. Фізична суть. Електростатичне поле. Основні визначення.

Поле зарядів, розподілених по об'єму, площині, лінії. Теорема Гаусса. Третє рівняння Максвелла. Поле зарядженого провідника та діелектричної кулі.

Напруга, ЕРС, потенціал, умови потенціальності. Потенціал поля зарядів, розподілених по об'єму, площині, лінії. Градієнт потенціалу. Еквіпотенціальні поверхні. Рівняння Пуассона та Лапласа.

Граничні умови. Поле та межі провідника та діелектрика. Електростатична індукція. Поле двопровідникової лінії. Електричні вісі провідників. Метод дзеркальних відображень. Ємність.

Ємність двопровідної лінії, кабелю і плоского конденсатора.

Енергія електричного поля. Стационарне електричне поле. Закон Ома у диференціальній формі.

### **1.6 Магнітне поле постійних струмів**

Стационарне магнітне поле. Основні визначення. Закон Біо-Савара та закон повного струму. Перше рівняння Максвелла.

Закон неперервності магнітного потоку. Четверте рівняння Максвелла.

Магнітне поле круглого провідника, двопровідної лінії, кабелю, тороїдальної котушки. Метод дзеркальних відображень.

Закон електромагнітної індукції та друге рівняння Максвелла. Індуктивність та взаємні індуктивність.

Енергія та сили у електромагнітному полі.

Скалярний та векторний магнітні потенціали. Рівняння Пуассона та Лапласа. Граничні умови.

Квазістационарне магнітне поле. Рівняння Максвелла. Узагальнений закон електромагнітної індукції. ЕРС та сила, діючі на провідники електричної машини. Рух провідника у магнітному полі.

### **1.7 Змінне електромагнітне поле**

Змінне електромагнітне поле. Рівняння Максвелла. Теорема Умова-Пойнтінга. Передача енергії по 2-х провідній лінії з точки зору теореми Умова-Пойнтінга. Поток електромагнітної енергії у коаксіальному кабелі.

Рівняння Пуассона й Лапласа. Провідник зі струмом.

Пласка електромагнітна хвиля у діелектричному та провідному середовищі. Поверхневий ефект.

Рівняння Максвелла. Фізичний смисл та математичне трактування  $\text{rot}$ ,  $\text{div}$ ,  $\text{grad}$ .

## **2. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ**

Будова твердих тіл. Кристалічна структура твердих тіл. Проста модель енергетичних зон. Діелектрики. Електричні властивості діелектриків. Поляризація діелектриків. Види поляризації. Діелектрична проникність. Електропровідність діелектриків. Фізична суть електропровідності діелектриків. Поверхнева і об'ємна електропровідність. Вплив різних факторів на електропровідність. Діелектричні втрати. Фізична суть діелектричних втрат. Електротехнічна модель діелектрика з втратами. Типи діелектричних втрат. Пробіи діелектрика. Види пробію і їх фізична суть. Вплив різних фізичних факторів на електричну міцність діелектриків. Фізико-механічні властивості діелектриків. Класифікація діелектриків. Неорганічні тверді діелектрики. Слюда. Кварц. Кераміка. Скло і ситали. Сегнето- і

п'єзоелектрики. Загальні відомості про полімери. Смоли. Пластмаси. Лаки і компаунди. Рідкі кристали. Провідникові матеріали. Фізична природа електропровідності. Основні електричні властивості провідників. Вплив температури, домішок, дефектів структури на питомий опір провідників. Електричні властивості металевих плівок. Класифікація провідникових матеріалів. Матеріали з високою провідністю: мідь, алюміній, золото, срібло. Біметали. Сплави високого опору. Матеріали для зразкових опорів і вимірних приладів. Сплави для термопар. Тугоплавкі матеріали. Надпровідники. Магнітні матеріали. Фізична природа магнетизму. Загальні відомості про магнітні властивості матеріалів. Класифікація магнітних матеріалів і області їх застосування. Магнітом'які матеріали, їх основні характеристики. Низькочастотні магнітом'які матеріали. Магнітом'які матеріали спеціального призначення. Високочастотні магнітні матеріали: магнітодіелектрики, магнітом'які ферити. Напівпровідникові матеріали. Класифікація напівпровідникових матеріалів. Зонна структура напівпровідників. Власні і домішкові напівпровідники. Донори і акцептори. Основні і неосновні носії заряду. Процеси генерації і рекомбінації носіїв.

### 3. ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Загальні питання вимірювань електричних величин. Основні питання та визначення. Основні питання сертифікації. Класифікація та основні характеристики засобів вимірювальної техніки. Класи точності засобів вимірювальної техніки. Класифікація похибок. Методи оцінки похибок прямих та опосередкованих вимірювань.

Магнітоелектричні прилади. Конструкція та теорія роботи. Рівняння шкали. Магнітоелектричні амперметри та вольтметри. Омметри з послідовною та паралельною схемами. Логометри. Схема омметру на основі логометру. Мегомметри. Магнітоелектричні вимірювальні прилади з перетворювачами: випрямні амперметри та вольтметри.

Термоелектричні прилади.

Електромагнітні прилади. Конструкція та принцип дії. Рівняння шкали. Амперметри і вольтметри. Захист від зовнішніх магнітних полів.

Електродинамічні прилади. Конструкція та принцип дії. Амперметри та вольтметри.

Електродинамічні ватметри. Схеми включення. Вимірювання потужності у трифазному ланцюзі.

Індукційний лічильник електричної енергії змінного струму.

Вимірювальні трансформатори струму та напруги.

Цифрові засоби вимірювання. Основні поняття. Логічні елементи. Тригери. Цифровий частотомір. Вимірювання частоти, періоду, співвідношення частот.

Електронний осцилограф. Принцип дії. Структурна схема. Вимірювання за допомогою електронного осцилографа.

Одинарні мости постійного струму. Схема. Принцип дії. Похибки вимірювання.

### 4. ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ

#### 4.1 Функції, частини та класифікація електричних апаратів

Ключові особливості міжнародної термінології щодо електричних апаратів. Функції електричних апаратів. Основні частини електричних апаратів: кола (головне, допоміжне, коло керування, полюс та порт, контакти, дугогасні системи, термінали, актуатори, узагальнена структура полюсу. Тенденції ринку та класифікація електричних апаратів.

#### 4.2 Електрична апаратура та безпечне використання електричної енергії

Електробезпека: система захисту від згубної дії електричної енергії. Захисне уземлення та роль захисних електричних апаратів у системах захисного уземлення. Захисні властивості та захищеність електричної апаратури.

#### 4.3 Вимоги до електричних апаратів. Умови роботи. Позначення та маркування

Вимоги до електричних апаратів. Класифікація вимог. Вимоги щодо безпечності. Загальні експлуатаційні вимоги. Нормальні та ненормальні умови роботи. Струми коротких замикань у колах з електричними апаратами. Нагрівання електричних апаратів у нормальних умовах роботи. Нагрівання струмопроводів при коротких замиканнях. Інтеграл Джоуля апаратів захисту. Позначення та маркування електричних апаратів.

#### 4.4 Електромеханічна апаратура. Призначення та застосування

**Електроμηанічні комутаційні апарати низької напруги.** Запобіжники. Комутаційні апарати з ручним керуванням. Відмикачі промислового призначення. Відмикачі для побутових та аналогічних електроустановок. Відмикачі, керовані різницевиими струмами. Контактори та пускачі. Апарати кіл керування. Електромагнітні реле. Промислові з'єднувачі та з'єднувальні пристрої. Вимикачі та з'єднувачі побутового застосування

**Електроμηанічні комутаційні апарати середньої напруги.** Відмикачі. Роз'єднувачі та перемикачі уземлення. Вимикачі-роз'єднувачі. Запобіжники. Комбінації із запобіжниками. Контактори.

**Електроμηанічні комутаційні апарати високої напруги.** Відмикачі. Роз'єднувачі та перемикачі уземлення.

**Комплектні пристрої та суміжне обладнання.** Розподільні пристрої низької напруги. Розподільні пристрої середньої напруги. Розподільні пристрої високої напруги. Допоміжне обладнання комплектних пристроїв

## 5. РУХОМИЙ СКЛАД ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Основні характеристики електрорухомого складу (Е-РС) його улаштування. Е-РС постійного струму. Принципи дії Е-РС. Класифікація Е-РС. Механічні частини Е-РС та їх взаємодія з електричними частинами. Струмopриймачі рухомого складу. Електричні апарати захисту від перенапруг контактної мережі. Тягові двигуни Е-РС. Вимоги, конструкція взаємодія з електрообладнанням. Е-РС постійного струму. Схеми силового електрообладнання. Елементи тягового електроприводу. Системи керування.

Е-РС змінного струму. Системи керування Е-РС. Тягові трансформатори Е-РС. Основні характеристики, улаштування, вимоги та взаємодія з електрообладнанням. Е-РС змінного струму. Схеми силового електрообладнання. Елементи тягового електроприводу. Системи керування.

Системи керування Е-РС. Основні положення. Системи електричного гальмування Е-РС та його обладнання.

## 6. ОСНОВИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТЯГИ

Основи теорії тяги. Постановка задачі по керуемому русі поїзда. Режими руху поїзда. Основні задачі тягових розрахунків. Основне рівняння руху поїзда. Коефіцієнт інерції частин що обертаються. Основний закон тяги. Сили діючі на потяг. Обертаючий момент тягових двигунів, внутрішні та зовнішні сили. Механізм утворення сили тяги і поступового руху поїзда. Характеристики сцепних сил при тяги. Сили взаємодії колеса та рейки у місті контакту. Перерозподіл сил у місті контакту під впливом обертаючого моменту тягових двигунів. Заходи по поліпшенню сцепних властивостей Е-РС. Тягові характеристики Е-РС. Особливості тягових властивостей електровозів. Сила тяги електровоза по сцепленню. Обмеження сили тяги електровоза по тяговим електродвигунам. Електроμηанічні характеристики тягових електродвигунів. Електроμηанічні характеристики електровозів. Регулювання швидкості руху Е-РС. Опір руху поїзда. Основні поняття та класифікація сил опору руху поїзда. Основної опір руху Е-РС. Додатковий опір руху Е-РС. Заходи по зменшенню сил опору руху Е-РС. Гальмові сили Е-РС. Механізм створення гальмової сили Е-РС. Гальмова сила при дії гальмових колодок. Сила натиснення гальмових колодок. Гальмова сила поїзда. Гальмові системи поїзда. Гальмова сила при електричному гальмуванні. Приведення гальмових параметрів к розрахунковому виду. Методика розрахунку гальмових задач.

Теоретичні основи методів розрахунку руху поїзда. Аналітичні методи . Комп'ютерні розрахунки руху поїздів. Енергетика тяги поїздів. Енергетичні витрати на рух поїздів. Методики розрахунку витрат електроенергії Е-РС. Заходи по зменшенню енергетичних витрат. Нагрівання тягових електричних машин електроприводу Е-РС.

## 7. ТЯГОВІ ПІДСТАНЦІЇ ТА КОНТАКТНІ МЕРЕЖІ

Проводи контактної мережі. Характеристика проводів і контактної рейки. Матеріали проводів контактної рейки їхні властивості. Навантаження на проводи контактної мережі. Навантаження від особливої ваги. Вітрові і ожеледі навантаження на проводи контактної мережі. Контактні підвіски. Застосування контактних підвісок на залізницях, для міського і промислового транспорту. Загальні вимоги до контактних підвісок по забезпеченню безперебійного струмознімання. Розвиток і класифікація ланцюгових підвісок. Способи

підвішування контактної лінії до несучого троса. Натяг проводів в анкерній ділянці. Пристрої, що підтримують та фіксують. Фіксатори та умови їх роботи. Призначення, класифікація та конструкція консолей, кронштейнів, жорстких та гнучких поперечин. Опори контактної мережі. Класифікація опор. Поняття про розрахунок опор по граничному стану. Підбір опор по згинаючому моменту. Розрахунок опор. Засоби кріплення опор в ґрунті, умови роботи фундаментів. Вітрове відхилення проводів, визначення допустимої довжини прольоту. Розрахунок контактних підвісок. Розрахунок простої контактної підвіски. Розрахунок ресорної напівкомпенсованої контактної підвіски.

Струмоприймачі. Статичний під'їм контактної лінії під дією натискання струмоприймача. Струмознімання. Типи струмоприймачів і їх устаткування. Статичні і динамічні характеристики струмоприймачів. Загальні відомості о тягових підстанціях. Структурні схеми тягових підстанцій змінного і постійного струму. Схеми зовнішнього електропостачання і типи тягових підстанцій постійного і змінного струму. Енергопостачання тупикових ділянок і коротких сполучних ліній між існуючими магістралями. Трансформатори тягових підстанцій, елементи конструкцій. Регулювання напруги. Номінальна потужність і навантажувальна здатність трансформаторів. Напівпровідникові випрямлячі. Загальні відомості. Короткі замикання в електричних мережах. Види замикань в електричних мережах. Короткі замикання. Однофазне к.з. у мережі із заземленою нейтралю. Однофазне к.з. у мережі з ізольованою нейтралю. Однофазне замикання в мережі із заземленою нейтралю через дугопогашувачний реактор. Двофазне к.з. у мережі із заземленою та ізольованою нейтралю. Трифазне к.з. у мережі із заземленою і ізольованою нейтралю. Трьохфазне к.з. на землю. Невидалені і видалені к.з. Поняття про систему необмеженої потужності. Зміна струму трифазного к.з. при живленні від електричної системи необмеженої потужності. Зміна струму трифазного к. з. при живленні від генератора обмеженої потужності. Методи розрахунку струмів к.з. симетричних к.з. Комутаційні електричні апарати. Комутаційні апарати до 1000В. Рубильники, вимикачі, запобіжники, магнітні пускачі, Призначення, позначення, електрична схема. Комутаційні апарати понад 1000 В. Високовольтні вимикачі (масляні, повітряні, навантаження, вакуумні, елегазові, електромагнітні). Призначення, вимоги, класифікація, основні параметри і позначення. Приводи високовольтних вимикачів. Ізолятори. Загальні відомості, класифікація, позначення, призначення. Шини та кабелі. Загальні відомості, класифікація, позначення, призначення. Загальні відомості про швидкодіючі вимикачі постійного струму. Швидкодіючі вимикачі (АБ-2/4, ВАБ-28, ВАБ-43, ВАБ-49). Трансформатори напруги. Призначення, класифікація, основні параметри та позначення. Схеми з'єднання вторинних обмоток трансформаторів напруги. Схеми розподільвальних пристроїв 35-110 кВ (220 кВ). Схема ОРУ-110 (220 кВ) підстанції. Схема РУ-10 кВ, ОРУ-35 кВ підстанції 10-35 кВ. Схема ОРУ-27,5 кВ. Схема схем тягової підстанції змінного струму для системі 2х25 кВ.

## 8. МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ.

Загальні принципи моделювання електромеханічних систем. Моделювання електромеханічної системи перетворення енергії лінійного перетворювача енергії. Моделювання електромеханічної системи перетворення енергії перетворювача енергії з урахуванням віхрових струмів

Загальні принципи електромагнітної аналогії. Моделювання тягових електродвигунів. Принцип узагальненої електричної машини. Узагальнена математична модель тягового двигуна постійного струму. Узагальнена математична модель асинхронного тягового двигуна. Узагальнена математична модель синхронного тягового двигуна. Методи моделювання електромагнітного поля електромеханічних перетворювачів енергії. Метод магнітного кола. Метод скінченних елементів. Принципи моделювання напівпровідникового перетворювачів енергії. Моделювання напівпровідникових елементів. Моделювання напівпровідникових перетворювачів напруги. Моделювання напівпровідникового перетворювача частоти. Моделювання напівпровідникових пристроїв тягових підстанцій

Моделювання елементів механічної системи. Загальні принципи моделювання механічних систем. Моделювання екіпажної частини локомотиву. Моделювання тягового приводу рухомого складу.

Моделювання електричних машин як об'єкта електромеханічної системи. Математична модель узагальненого електромеханічного перетворювача енергії. Основні припущення при дослідженні електричних машин. Узагальнена електрична машина. Математичне моделювання несиметричних електричних машин. Представлення змінних величин узагальненими просторовими векторами. Метод перетворення координат. Диференційні рівняння асинхронної машини. Математичні моделі асинхронних машин у різних системах координат. Математична модель узагальненої електричної машини. Математична модель усталеного режиму асинхронної машини. Рівняння напруг та струмів асинхронної машини. Рівняння моменту. Рівняння напруг та струмів трансформатора. Математична модель двофазного асинхронного двигуна при коловому магнітному полі. Математична модель конденсаторного асинхронного двигуна. Математична модель однофазного асинхронного двигуна. Моделювання асинхронних машин з урахуванням вихрових струмів та насичення магнітної системи. Диференційні рівняння синхронної машини у фазовій системі координат. Визначення параметрів обмотки статора синхронної машини. Математична модель синхронної машини в системі координат dq. Електромагнітний момент синхронної машини. Математичне моделювання машин постійного струму.

## 9. ТЕХНОЛОГІЯ ЕЛЕКТРОМАШИНОБУДУВАННЯ

Загальні питання технології електромашинобудування. Основні поняття технології електромашинобудування. Типи виробництв. Структура електромашинобудівного виробництва. Основні положення ЄСКД. Основні положення ЄСТД. Базування деталей. Припуски, Виробництво електричних машин

Виробництво рухомого складу.

Матеріали, які використовуються в електромашинобудуванні. Загальні відомості про отримання заготовок. Механічна обробка деталей. Обробка валів. Обробка остовів, корпусів, підшипникових щитів. Технологія та обладнання для штампування. Складання осердь магнітопроводів. Виготовлення колекторів та контактних кілець. Виготовлення колекторно-щіткового апарату. Виготовлення полюсних котушок. Виготовлення статорних котушок. Складання та випробування електричних машин. Складальне виробництво магнітних систем та якорів машин постійного струму і статорів та роторів машин змінного струму. Складання електричних машин. Загальні відомості про випробування. Виробництво електричних апаратів. Особливості технології виготовлення електричних апаратів та трансформаторів. Загальні відомості про виробництво Е-РС. Загальні відомості про виробництво основних вузлів механічної частини електрорухомого складу. Загальні відомості та основні етапи виробництва електрорухомого складу.

Виробництво електричних машин

Механічна обробка валів, станин та підшипникових щитів. Штампувальне виробництво. Основні елементи штампів. Вимоги до конструкції колекторів та особливості їх виготовлення. Технологія виготовлення контактних кілець. Виготовлення і укладання обмоток. Технологія вузлового та загального складання електричних машин. Складання технологічного процесу балансування ротора асинхронного двигуна. Методи поопераційного контролю електричних машин.

## 10. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

Будова та принцип дії трансформаторів. Потужності і втрати потужності трансформатора. Схема заміщення і експериментальні дослідження трансформаторів. Характеристики трансформаторів. Трифазні трансформатори і автотрансформатори. Основи принципу дії і режими роботи електричних машин. Узагальнена конструкція і магнітні поля електричних машин. Обмотки і потужності електричних машин. Класифікація електричних машин, основні параметри, що їх характеризують. Будова машини постійного струму і основи принципу дії. Режими роботи і потужності машин постійного струму. Реакція якоря і комутація машин постійного струму, характеристик генераторів постійного струму. Аспекти роботи і характеристики двигунів постійного струму. Керування двигунами постійного струму. Конструкція і принцип дії трифазних асинхронних двигунів. Основні рівняння і схема заміщення трифазних асинхронних двигунів. Енергетичні параметри трифазних асинхронних двигунів. Аспекти роботи асинхронних двигунів. Керування асинхронними двигунами.

Конструкція і принцип дії синхронних машин. Призначення і області застосування синхронних машин. Основні рівняння і характеристики синхронних генераторів. Енергетичні параметри синхронної машини і характеристики синхронного генератора Робота синхронної машини в електроенергетичній мережі. Синхронні двигуни і їхні характеристики. Класифікація обмоток електричних машин. ЕРС обмотки якоря машини постійного струму. ЕРС обмотки статора машини змінного струму. МРС обмотки статора електричних машин змінного струму. Магнітні поля обмоток електричних машин, їхні параметри. Індуктивні опори розподілених обмоток машин змінного струму. Магнітний розрахунок електричних машин і трансформаторів. Магнітне поле та параметри обмотки збудження синхронної машини. Реакція якоря синхронної машини. Застосування векторних діаграм для аналізу ustalених режимів синхронних машин: діаграма Потьє, діаграма Blondеля, перетворена діаграма ЕРС. Реакція якоря машини постійного струму. Комутація машин постійного струму. Паралельна робота синхронних машин. Паралельна робота трансформаторів.

#### 11. КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Класифікація електричних машин по основних ознаках. Класифікація електричних машин по зовнішніх факторах, які визначають її конструкцію. Класифікація систем вентиляції електричних машин. Схеми вентиляції електричних машин. Конструкція станин машин постійного струму (МПС), корпусів та магнітопроводу електричних машин змінного струму. Конструкція полюсів МПС та синхронних машин (СМ). Щити, вивідні пристрої та щітковий вузол (траверса). Конструкція остова та магнітопроводу роторів ЕМ. Підшипникові вузли ЕМ. Статорні, якорні та короткозамкнені роторні обмотки. Способи укладання та кріплення якорних обмоток. Колектора та контактні кільця. Конструкція вентиляторів.

#### 12. ТЕПЛОВІ, ГІДРАВЛІЧНІ ТА АЕРОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИНАХ

Основні поняття гідростатики. Рівняння гідродинаміки. Гідродинаміка елементів систем охолодження електричних машин. Складання еквівалентних гідравлічних схем (ЕГС) електричних машин. Основи організації охолодження електричних машин. Способи охолодження електричних машин. Системи охолодження електричних машин. Вентиляційні системи електричних машин різних типів. Вентиляційний розрахунок електричних машин. Диференціальне рівняння теплопровідності. Основи розрахунку температурних полів. Основні задачі теплового розрахунку електричної машини. Теплові розрахунки електричних машин при стаціонарних теплових режимах. Класична теорія нестационарних теплових процесів в електричних машинах.

#### 13. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Монтаж електричних машин і трансформаторів. Пусконаладжувальні роботи. Організація технічного обслуговування електричних машин. Види і причини зношення електричних машин. Несправності електричних машин. Вибір захисту електричних машин. Прогнозування технічного стану електричних машин. Класифікація ремонтів. Механічний ремонт і ремонт обмоток електричних машин. Складання і випробування електричних машин. Модернізація електричних машин

### ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

#### 1. Теоретичні основи електротехніки

1. Електричне коло. Вузли, гілки, контури кола. Джерела живлення.
2. Закони Кірхгофа. Складання рівнянь для розрахунку струмів в колах за допомогою законів Кірхгофа.
3. Енергетичний баланс в електричних колах.
4. Метод пропорційних величин.
5. Метод двох вузлів. Метод вузлових потенціалів. Перетворення зірки в трикутник і трикутника в зірку.
6. Активний і пасивний двополюсник. Метод еквівалентного генератора.
7. Синусоїдний струм і основні величини, що його характеризують.

8. Векторна діаграма. Миттєва потужність в колах синусоїдного струму.
9. Символічний метод розрахунку кіл синусоїдного струму. Комплексний опір. Закон Ома для кола синусоїдного струму.
10. Комплексна провідність. Трикутник опорів і трикутник провідностей.
11. Активна, реактивна і повна потужності в колі синусоїдного струму.
12. Резонанс струмів. Резонанс напруг. Компенсація зсуву фаз. Теорема про баланс активних та реактивних потужностей.
13. Трансформатор і його застосування. Ідеальний та реальний трансформатори.
14. Трифазна система ЕРС Принцип роботи трифазного машинного генератора. Трифазне коло.
15. Застосування першого закону Кірхгофа для розрахунку трифазних кіл.
16. Співвідношення між лінійними і фазними напругами і струмами в трифазній системі.
17. Активна, реактивна і повна потужності в трифазній системі. Вимірювання активної потужності в трифазній системі.
18. Переваги трифазних систем.
19. Отримання обертового магнітного поля. Принцип роботи асинхронного двигуна.
20. Чотириполюсник і його властивості. Рівняння в  $A$ -формі.
21. Методи визначення коефіцієнтів чотириполюсника. Схеми заміщення чотириполюсників.
22. Представлення несинусоїдного струму чи напруги у вигляді ряду Фур'є.
23. Алгоритм розрахунку лінійних електричних кіл при дії джерел несинусоїдних струмів чи напруг.
24. Потужність в лінійних колах з несинусоїдними струмами і напругами.
25. Перехідні процеси в електричному колі.
26. Закони комутації і їх обґрунтування.
27. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Закони Ома та Кірхгофа в операторній формі.
28. Нелінійні елементи, їх класифікація, і застосування. Статичні і диференційні опори.
29. Електромагнітне поле. Закон Кулона.
30. Напруженість і потенціал електростатичного поля.
31. Поляризація речовини. Вектор електричної індукції.
32. Теорема Гауса в інтегральній формі.
33. Ємність. Енергія електростатичного поля.
34. Індукція та напруженість магнітного поля. Основні величини, які характеризують магнітне поле.
35. Механічні сили в магнітному полі. Магнітне поле елемента струму.
36. Закон Біо-Саварра-Лапласа. Закон повного струму в інтегральній та диференціальній формах.
37. Магнітний потік. Принцип неперервності магнітного потоку.
38. Вихровий характер магнітного поля.
39. Рівняння Пуассона для скалярного потенціалу.
40. Перше рівняння Максвела в інтегральній та диференціальній формах.
41. Повний електричний струм. Друге рівняння Максвела в інтегральній та диференціальній формах.
42. Повна система рівнянь Максвела в діелектрику.
43. Рівняння Максвела для провідного середовища.
44. Плоска електромагнітна хвиля та її розповсюдження в однорідному провідному напівпросторі.

## 2. Електротехнічні матеріали

1. Будова твердих тіл. Модель металевого, Ван-дер-Ваальсівського, ковалентного та іонного зв'язку.

2. Кристалічна структура твердих тіл.
3. Проста модель енергетичних зон.
4. Діелектрики. Електричні властивості діелектриків.
5. Діелектрична проникність та електропровідність діелектриків. Фізична суть електропровідності діелектриків.
6. Поверхнева і об'ємна електропровідність. Вплив різних факторів на електропровідність.
7. Діелектричні втрати. Фізична суть діелектричних втрат.
8. Електротехнічна модель діелектрика з втратами. Типи діелектричних втрат.
9. Пробій діелектрика. Види пробою і їх фізична суть.
10. Вплив різних фізичних факторів на електричну міцність діелектриків.
11. Фізико-механічні властивості діелектриків.
12. Класифікація діелектриків. Неорганічні тверді діелектрики.
13. Загальні відомості про полімери. Смоли. Пластмаси. Лаки і компаунди. Рідкі кристали. Провідникові матеріали.
14. Фізична природа електропровідності. Основні електричні властивості провідників.
15. Вплив температури, домішок, дефектів структури на питомий опір провідників.
16. Електричні властивості металевих плівок.
17. Класифікація провідникових матеріалів.
18. Біметали. Сплави високого опору.
19. Тугоплавкі матеріали.
20. Надпровідники. Магнітні матеріали.
21. Фізична природа магнетизму. Загальні відомості про магнітні властивості матеріалів.
22. Класифікація магнітних матеріалів і області їх застосування.
23. Магнітом'які матеріали, їх основні характеристики.
24. Низькочастотні магнітом'які матеріали.
25. Високочастотні магнітні матеріали: магнітодіелектрики, магнітом'які ферити.
26. Напівпровідникові матеріали. Класифікація напівпровідникових матеріалів.
27. Зонна структура напівпровідників.
28. Власні і домішкові напівпровідники.
29. Донори і акцептори. Основні і неосновні носії заряду.
30. Процеси генерації і рекомбінації носіїв.

### **3. Основи метрології та електричних вимірювань**

1. Загальні питання вимірювань електричних величин. Основні питання та визначення.
2. Основні питання сертифікації.
3. Класифікація та основні характеристики засобів вимірювальної техніки.
3. Класи точності засобів вимірювальної техніки.
4. Класифікація похибок.
5. Методи оцінки похибок прямих та опосередкованих вимірювань.
6. Магнітоелектричні прилади. Конструкція та теорія роботи. Рівняння шкали.
7. Магнітоелектричні амперметри та вольтметри.
8. Омметри з послідовною та паралельною схемами.
9. Логометри. Схема омметру на основі логометру.
10. Мегомметри.
11. Магнітоелектричні вимірювальні прилади з перетворювачами: випрямні амперметри та вольтметри.
12. Термоелектричні прилади.

13. Електромагнітні прилади. Конструкція та принцип дії. Рівняння шкали. Амперметри і вольтметри. Захист від зовнішніх магнітних полів.

14. Електродинамічні прилади. Конструкція та принцип дії. Амперметри та вольтметри.

15. Електродинамічні ватметри. Схеми включення. Вимірювання потужності у трифазному ланцюзі.

16. Індукційний лічильник електричної енергії змінного струму.

17. Вимірювальні трансформатори струму та напруги.

18. Цифрові засоби вимірювання. Основні поняття. Логічні елементи. Тригери.

19. Цифровий частотомір. Вимірювання частоти, періоду, співвідношення частот.

20. Електронний осцилограф. Принцип дії. Структурна схема. Вимірювання за допомогою електронного осцилографа.

21. Одинарні мости постійного струму. Схема. Принцип дії. Похибки вимірювання.

#### **4. Електричні апарати**

1. Функції електричних апаратів. Контактний та напівпровідниковий комутаційні елементи. Схеми комутації в однофазних та трифазних колах.

2. Основні кола електричного апарата: головне коло, допоміжне коло, коло керування.

3. Поліус та порт комутаційного апарата.

4. Контакти електричних апаратів: головний контакт, дугогасний контакт, допоміжний контакт, контакт керування.

5. Дугогасні системи. Магнітне дугтя. Критичні струми.

6. Термінали електричних апаратів. Різьбові та безрізьбові термінали. Пірсингові термінали.

7. Актуатори електричних апаратів. Електромагніти та електромагнітні актуатори. Поляризовані та неполяризовані електромагнітні актуатори. Моностабільні та бістабільні актуатори. Пневматичні актуатори. Пружинно-моторні актуатори.

8. Узагальнена структура полюсу комутаційного апарата.

9. Тенденції ринку електричних апаратів.

10. Класифікація електричних апаратів.

11. Електробезпека: система захисту від згубної дії електричної енергії.

12. Опір та імпеданс тіла людини. Вплив струму та часу його дії на організм людини.

13. Уземлення та його роль в системі захисту від ураження електричним струмом.

14. Класифікація систем захисного уземлення.

15. Захисні властивості та захищеність електричної апаратів. Коди ІР.

16. Класифікація вимог до електричних апаратів.

17. Вимоги щодо безпечності електричних апаратів.

18. Загальні експлуатаційні вимоги до електричних апаратів.

19. Нормальні та ненормальні умови роботи електричних апаратів.

20. Струми коротких замикань у колах з електричними апаратами.

21. Нагрівання електричних апаратів у нормальних умовах роботи.

22. Нагрівання струмопроводів при коротких замиканнях.

23. Інтегралі Джоуля апаратів захисту. Розрахунок інтегралів Джоуля.

24. Позначення електричних апаратів та інших елементів електричних кіл в електричних схемах.

25. Маркування терміналів електричних апаратів та суміжних приладів.

26. Кольорове кодування та маркування в електричних апаратах, комплектних пристроях та суміжних приладах.

27. Запобіжники для захисту мереж низької напруги.

28. Комутаційні апарати низької напруги з ручним керуванням.

29. Відмикачі низької напруги промислового призначення.

30. Відмикачі для захисту від надструмів у побутових та аналогічних електроустановках.

31. Відмикачі низької напруги, керовані різницевиими струмами.
32. Контактори та пускачі для електрообладнання в мережах низьких напруг.
33. Апарати кіл керування. Різновиди та характеристики.
34. Електромагнітні реле. Різновиди та характеристики.
35. Промислові з'єднувачі та з'єднувальні пристрої.
36. Вимикачі та з'єднувачі побутового застосування.
37. Відмикачі для мереж середніх напруг. Масляні, маломасляні, елегазові та вакуумні відмикачі.
38. Роз'єднувачі та перемикачі уземлення для мереж середніх напруг.
39. Запобіжники для захисту мереж середніх напруг.
40. Вимикачі-роз'єднувачі та комбінації із запобіжниками для мереж середніх напруг.
41. Контактори для електрообладнання в мережах середніх напруг.
42. Відмикачі для мереж високих напруг. Масляні, маломасляні, повітряні, елегазові та вакуумні відмикачі.
43. Роз'єднувачі та перемикачі уземлення для мереж високих напруг.
44. Розподільні пристрої низької напруги. Побудова розподільних пристроїв для електроприймачів різних категорій.
45. Розподільні пристрої середньої напруги в радіальних та кільцевих мережах.
46. Елегазові розподільні пристрої для мереж середніх напруг.
47. Розподільні пристрої високої напруги. Система двох шин. Комутаційні модулі для системи двох шин.
48. Високовольтні елегазові комутаційні модулі для гібридних розподільних пристроїв зовнішнього встановлення.
49. Високовольтні елегазові комутаційні пристрої внутрішнього встановлення.
50. Трансформатори струму для розподільних пристроїв низької, середньої та високої напруги.
51. Трансформатори напруги для розподільних пристроїв середньої та високої напруги.
52. Шини та системи збірних шино проводів для мереж низької напруги.
53. Монтажні проводи та кабелі.
54. Самонесні ізольовані проводи (СПП).
55. Системи порядкування кабелів.

## **5. Рухомий склад електротранспорту**

1. Основні характеристики електрорухомого складу (Е-РС). Е-РС постійного струму
2. Принципи дії Е-РС.
3. Класифікація Е-РС.
4. Механічні частини Е-РС та їх взаємодія з електричними частинами.
5. Струмopриймачі рухомого складу.
6. Електричні апарати захисту від перенапруг контактної мережі.
7. Тягові двигуни Е-РС. Вимоги, конструкція взаємодія з електрообладнанням.
8. Е-РС постійного струму.
9. Схеми силового електрообладнання.
10. Елементи тягового електроприводу.
11. Системи керування.
12. Е-РС змінного струму.
13. Тягові трансформатори Е-РС. Основні характеристики, улаштування, вимоги та взаємодія з електрообладнанням.
14. Е-РС змінного струму. Схеми силового електрообладнання. Елементи тягового електроприводу.
15. Системи електричного гальмування Е-РС та його обладнання

## **6. Основи електричної тяги**

1. Постановка задачі по керуемому русі поїзда.
2. Режими руху поїзда.
3. Основні задачі тягових розрахунків.
4. Основне рівняння руху поїзда.
5. Основний закон тяги.
6. Сили діючі на потяг.
7. Обертаючий момент тягових двигунів, внутрішні та зовнішні сили.
8. Механізм утворення сили тяги і поступового руху поїзда.
9. Характеристики сцепних сил при тяги. Сили взаємодії колеса та рейки у місті контакту.
10. Заходи по поліпшенню сцепних властивостей Е-РС.
11. Тягові характеристики Е-РС.
12. Особливості тягових властивостей електровозів.
13. Сила тяги електровоза по зчепленню.
14. Електромеханічні характеристики тягових електродвигунів.
15. Електромеханічні характеристики електровозів.
16. Основні поняття та класифікація сил опору руху поїзда.
17. Основний опір руху Е-РС.
18. Додатковий опір руху Е-РС.
19. Заходи по зменшенню сил опору руху Е-РС.
20. Механізм створення гальмової сили Е-РС.
21. Гальмова сила при дії гальмових колодок.
22. Методика розрахунку гальмових задач.
23. Теоретичні основи методів розрахунку руху поїзда.
24. Комп'ютерні розрахунки руху поїздів.
25. Енергетичні витрати на рух поїздів. Методики розрахунку витрат електроенергії Е-РС.

## **7. Тягові підстанції та контактні мережі**

1. Структурна схема тягової підстанції постійного струму ( 3,3 кВ)
2. Структурна схема опорної тягової підстанції змінного струму
3. Елементи схеми електричних з'єднань РУ- 10 кВ
4. Елементи схеми електричних з'єднань РУ- 25 кВ
5. Елементи схеми електричних з'єднань РУ- 110 кВ
6. Високовольтні вимикачі
7. Масляні вимикачі
8. Вакуумні вимикачі
9. Вимикачі постійного струму (принцип гасіння дуги). Принципова схема.
10. Роз'єднувачі
11. Конструктивне виконання тягової підстанції постійного струму 3,3 кВ
12. Трансформатор струму
13. Трансформатори напруги
14. Розрахунок струмів к.з.
15. Вибір комутаційної апаратури
16. Нові типи тягових підстанцій ( модульні , пересувні )
17. Призначення і умови роботи контактної мережі
18. Вимоги, що пред'являються до контактної мережі
19. Проводи і троси , застосовані в контактній мережі
20. Фіксатори контактних підвісок
21. Підтримуючі пристрої
22. Деталі й струни для кріплення проводів контактної підвіски
23. Класифікація простих контактних підвісок
24. Анкеруванням проводів

25. Класифікація контактних підвісок (за способом підвішування)
26. Класифікація ланцюгових контактних підвісок (за способом натягу )
27. Визначення розрахункових навантажень, що діють на дроти
28. Розрахунок вільно підвішених проводів
29. Виведення рівняння провисання гнучкої нитки
30. Рівняння довжини проведення в прольоті
31. Рівняння стану проводу
32. Способи вирішення рівняння стану
33. Вибір вихідного режиму

### **8. Моделювання електромеханічних систем.**

1. Загальні принципи моделювання електромеханічних систем
2. Моделювання електромеханічної системи перетворення енергії лінійного перетворювача енергії
3. Моделювання електромеханічної системи перетворення енергії перетворювача енергії з урахуванням віхрових струмів
4. Загальні принципи електромагнітної аналогії
5. Моделювання тягових електродвигунів.
6. Принцип узагальненої електричної машини
7. Узагальнена математична модель тягового двигуна постійного струму
8. Узагальнена математична модель асинхронного тягового двигуна
9. Узагальнена математична модель синхронного тягового двигуна
10. Методи моделювання електромагнітного поля електромеханічних перетворювачів енергії
11. Метод магнітного кола
12. Метод скінчених елементів
13. Принципи моделювання напівпровідникового перетворювачів енергії
14. Моделювання напівпровідникових елементів
15. Моделювання напівпровідникових перетворювачів напруги.
16. Моделювання напівпровідникового перетворювача частоти
17. Моделювання напівпровідникових пристроїв тягових підстанцій
18. Моделювання елементів механічної системи.
19. Загальні принципи моделювання механічних систем
20. Моделювання екіпажної частини локомотиву
21. Моделювання тягового приводу рухомого складу.
22. Основні припущення при дослідженні електричних машин.
23. Представлення змінних величин узагальненими просторовими векторами.
24. Метод перетворення координат.
25. Математичні моделі асинхронних машин у різних системах координат.
26. Математична модель узагальненої електричної машини.
27. Рівняння напруг та струмів трансформатора.
28. Математична модель двофазного асинхронного двигуна при коловому магнітному полі.
29. Математична модель конденсаторного асинхронного двигуна.
30. Математична модель однофазного асинхронного двигуна.
31. Моделювання асинхронних машин з урахуванням вихрових струмів та насичення магнітної системи.
32. Диференційні рівняння синхронної машини у фазовій системі координат.
33. Визначення параметрів обмотки статора синхронної машини.
34. Математична модель синхронної машини в системі координат dq.
35. Математичне моделювання машин постійного струму

### **9. Технологія електромашинобудування.**

1. Загальні питання технології електромашинобудування.

2. Основні поняття технології електромашинобудування. Типи виробництв.
- Структура електромашинобудівного виробництва.
3. Основні положення ЄСКД. Основні положення ЄСТД. Базування деталей.
- Припуски.
4. Виробництво електричних машин
  5. Матеріали, які використовуються в електромашинобудуванні.
  6. Загальні відомості про отримання заготовок.
  7. Механічна обробка деталей. Обробка валів. Обробка остовів, корпусів, підшипникових щитів.
  8. Технологія та обладнання для штампування.
  9. Виготовлення колекторів та контактних кілець. Виготовлення колекторно-щіткового апарату.
  10. Виготовлення полюсних котушок. Виготовлення статорних котушок.
  11. Складання та випробування електричних машин.
  12. Виробництво рухомого складу.
  13. Складальне виробництво магнітних систем та якорів машин постійного струму і статорів та роторів машин змінного струму.
  14. Складання електричних машин. Загальні відомості про випробування.
  15. Виробництво електричних апаратів
  16. Особливості технології виготовлення електричних апаратів та трансформаторів.
  17. Загальні відомості про виробництво Е-РС.
  18. Загальні відомості про виробництво основних вузлів механічної частини електрорухомого складу.
  19. Загальні відомості та основні етапи виробництва електрорухомого складу.
  20. Основні елементи штамів.
  21. Складання технологічного процесу штампування листів осердь статора і ротора асинхронного двигуна.
  22. Складання технологічного процесу зі складання і скріплення осердь з сегментів.
  23. Складання технологічного процесу зі складання і скріплення осердь полюсів.
  24. Складання технологічного процесу штампування колекторних пластин та ізоляційних прокладок двигуна постійного струму
  25. Технологія загального складання колектора.
  26. Технологія виготовлення колекторів на пластмасі.
  27. Технологія виготовлення контактних кілець.
  28. Виготовлення і укладання обмоток з круглого проводу.
  29. Виготовлення і укладання обмоток з прямокутного проводу в якорі колекторних машин.
  30. Виготовлення і укладання шаблонних та стрижневих високовольтних обмоток.
  31. Виготовлення і укладання стрижневих обмоток роторів асинхронних двигунів.
  32. Складання технологічного процесу виготовлення обмоток полюсів.
  33. Складання технологічного процесу виготовлення короткозамкнених обмоток роторів.
  34. Технологія вузлового та загального складання електричних машин.
  35. Складання технологічного процесу балансування ротора асинхронного двигуна.
  36. Методи поопераційного контролю електричних машин.

## **10. Електричні машини**

1. Призначення і будова трансформаторів, загальні відомості про них.
2. Принцип дії і основні величини, що характеризують роботу трансформатора.
3. Рівняння напруг в обмотках трансформатора.
4. Рівняння МРС і струмів обмоток трансформатора.
5. Векторна діаграма трансформатора.
6. Енергетична діаграма трансформатора і його ККД.
7. Зведений трансформатор: визначення, необхідність зведення, умови зведення.

8. Схема заміщення трансформатора і фізичний сенс її елементів.
9. Визначення параметрів трансформатора і його схеми заміщення за даними дослідів неробочого ходу.
10. Визначення параметрів трансформатора і його схеми заміщення за даними дослідів короткого замикання.
11. Режим навантаження і робочі характеристики трансформатора.
12. Зміна напруги трансформатора та його зовнішня характеристика.
13. Розрахункова характеристика ККД трансформатора.
14. Будова трифазних трансформаторів і схеми з'єднання їхніх обмоток.
15. Поняття про групи з'єднань обмоток трансформаторів.
16. Будова машини постійного струму і призначення елементів її конструкції.
17. Отримання ЕРС в обмотці якоря машини постійного струму.
18. Отримання електромагнітного моменту машини постійного струму.
19. Генераторний режим роботи машини постійного струму, електрична схема заміщення, рівняння напруг та обертельних моментів.
20. Двигунний режим роботи машини постійного струму, електрична схема заміщення, рівняння напруг та обертельних моментів.
21. Потужності, втрати потужності і ККД машин постійного струму.
22. Способи збудження машини постійного струму, умовні позначення.
23. Характеристики генератора постійного струму з незалежним збудженням.
24. Умови самозбудження генератора постійного струму з паралельним збудженням і його характеристики.
25. Проблеми пуску і способи пуску двигунів постійного струму.
26. Електромеханічна характеристика двигунів постійного струму.
27. Механічна характеристика двигунів постійного струму.
28. Моментна характеристика двигунів постійного струму.
29. Робочі характеристики двигунів постійного струму.
30. Спосіб регулювання частоти обертання двигунів постійного струму шляхом введення реостата до кола якоря.
31. Спосіб регулювання частоти обертання двигунів постійного струму шляхом змінювання підведеної напруги.
32. Спосіб регулювання частоти обертання двигунів постійного струму шляхом змінювання току збудження.
33. Способи гальмування двигунів постійного струму.
34. Конструкція і принцип дії трифазних асинхронних двигунів.
35. Рівняння напруг трифазних асинхронних двигунів.
36. Рівняння МРС і струмів трифазних асинхронних двигунів.
37. Схема заміщення трифазних асинхронних двигунів.
38. Потужності та втрати потужності в трифазних асинхронних двигунах.
39. Механічна характеристика асинхронного двигуна.
40. Процес пуску асинхронного двигуна, проблеми та способи пуску.
41. Робочі характеристики трифазних асинхронних двигунів.
42. Регулювання частоти обертання асинхронного двигуна введенням додаткового опору до кола ротора.
43. Регулювання частоти обертання асинхронного двигуна змінюванням підведеної напруги.
44. Регулювання частоти обертання асинхронного двигуна зміною кількості пар полюсів.
45. Регулювання частоти обертання асинхронного двигуна змінюванням частоти підведеної напруги.
46. Способи гальмування асинхронних двигунів.
47. Конструкція і принцип дії синхронних машин.
48. Рівняння напруг та векторна діаграма неявнополюсного синхронного генератора.
49. Рівняння напруг та векторна діаграма явнополюсного синхронного генератора.

50. Характеристика неробочого ходу синхронного генератора.
51. Характеристика короткого замикання синхронного генератора.
52. Потужності, втрати потужності і ККД синхронної машини.
53. Електромагнітний момент синхронної машини і рівняння моментів в різних режимах роботи.
54. Робота синхронного генератора при автономному навантаженні.
55. Проблеми пуску та способи пуску синхронного двигуна.
56. Рівняння напруг і векторна діаграма синхронного двигуна.
57. Механічна та робочі характеристики синхронного двигуна.
58. Способи регулювання частоти обертання.
59. Способи гальмування синхронних двигунів.
60. Одношарові та двошарові обмотки машин змінного струму.
61. Обмотки з дробовою кількістю пазів на полюс та фазу.
62. Обмотки якоря машин постійного струму.
63. Зрівняльні з'єднання I та II роду обмоток якоря машин постійного струму.
64. ЕРС обмотки статора машини змінного струму: гармонійний склад розподілу магнітної індукції, ЕРС провідника, ЕРС секції, скорочення кроку, ЕРС секційної групи, розподілення обмотки, ЕРС фазної обмотки.
65. Треті гармонійні ЕРС та кратні трьом. Зубцеві гармонійні ЕРС, скіс пазів.
66. МРС обмотки статора електричних машин змінного струму: умови аналізу, МРС зосередженої обмотки, МРС розподіленої фазної обмотки, МРС двошарової обмотки.
67. Головні індуктивні опори розподілених обмоток машин змінного струму. Індуктивні опори розсіяння розподілених обмоток машин змінного струму.
68. Магнітний розрахунок електричних машин.
69. Магнітний розрахунок трансформатора.
70. Реакція якоря неявнополюсної синхронної машини.
71. Реакція якоря явнополюсної синхронної машини.
72. Застосування векторних діаграм для аналізу усталених режимів синхронних машин: діаграма Потьє, діаграма Блонделя, перетворена діаграма ЕРС.
73. Реакція якоря машини постійного струму. Засоби боротьби з реакцією якоря.
74. Комутація машин постійного струму.
75. Паралельна робота трансформаторів: умови підключення, випадки невиконання умов.
76. Паралельна робота синхронного генератора з мережею безкінечної потужності: умови підключення, порядок синхронізації, регулювання активної потужності, кутові характеристики.
77. Паралельна робота синхронного генератора з мережею безкінечної потужності: регулювання реактивної потужності, U-подібні характеристики.
78. Статична та динамічна стійкість синхронних генераторів при паралельній роботі з мережею безкінечної потужності.
79. Комутація машин постійного струму: причини іскріння, основне рівняння комутації.
80. Класична теорія комутації (комутація опором), рівняння комутації опором, ЕРС комутуючої секції.
81. Засоби поліпшення комутації.

## **11. Конструювання електричних машин**

1. Класифікація електричних машин по зовнішніх факторах, які визначають її конструкцію.
2. Класифікація систем вентиляції електричних машин.
3. Схеми вентиляції електричних машин.
4. Визначення впливу на конструкцію електричних машин ступеня захисту, способу її охолодження та монтажу.
5. Класифікація та конструкція станин різних типів.

6. Призначення і класифікація корпусів електричних машин змінного струму.  
Конструкція нероз'ємних корпусів.
7. Конструкція роз'ємних корпусів.
8. Конструкція осердя із зовнішнім діаметром до 990 мм.
9. Конструкція осердя із зовнішнім діаметром понад 990 мм.
10. Конструкція осердя головного полюса машин постійного струму.
11. Конструкція осердя додаткового полюса машин постійного струму.
12. Конструкція полюсів синхронної машини.
13. Види та конструкція корпусу ротора синхронних машин.
14. Призначення і типи полюсних обмоток машин постійного струму.
15. Конструкція обмоток, що виготовляють з ізолюваного проводу.
16. Конструкція обмоток, що виготовляють з голої мідної шини (смуги).
17. Конструкція компенсаційної обмотки машин постійного струму.
18. Конструкція підшипникових щитів.
19. Призначення, типи і конструкція замкових поверхонь («замків»).
20. Розташування і склад вивідного пристрою.
21. Конструкція остову траверси і способи її кріплення.
22. Конструкція щіткових бракетів (пальців).
23. Типи і конструкція щікотримачів.
24. Вал, призначення і вимоги, що пред'являються.
25. Конструкція осердя ротора із зовнішнім діаметром до 990 мм.
26. Конструкція осердя ротора із зовнішнім діаметром понад 990 мм.
27. Конструкція обмоткотримачів і натискних фланців.
28. Конструкція корпусу для осердя ротора.
29. Підшипники кочення, конструкція і класифікація.
30. Підшипники ковзання, конструкція і класифікація.
31. Конструкція стоякових підшипникових вузлів. Системи змазки стоякових підшипників.
32. Конструкція одношарових та двошарових обмоток статора.
33. Кріплення лобових частин обмотки статора.
34. Конструкція і типи обмотки якоря машин постійного струму.
35. Конструкція лобових частин обмотки якоря.
36. Види і конструкція короткозамкненої обмотки ротора.
37. Конструкція фазної обмотки ротора.
38. Способи укладання провідників в прямокутні пази осердя якоря.
39. Кріплення обмотки якоря в пазовій та лобових частинах.
40. Конструкція торцевого колектора.
41. Конструкція арочного колектора.
42. Колектор з бандажними кільцями.
43. Колектор з пластмасовим корпусом.
44. Контактні кільця на пластмасі.
45. Контактні кільця на міканізованій втулці.
46. Контактні кільця на зірці з болтовим кріпленням.
47. Контактні кільця з кріпленням на гвинтах. Тема 23. Колектора на пластмасі.
48. Класифікація та конструкція колекторів на пластмасі.
49. Конструкція осьового вентилятора.
50. Конструкція радіального вентилятора.
51. Конструкція ваг балансування та способи їх розміщення.

## **12. Теплові, гідравлічні та аеродинамічні процеси в електричних машинах**

1. Елементарна структура і гідравлічні елементи потоку.
2. Рівняння нерозривності.
3. Режими перебігу рідин.
4. Диференціальне рівняння перебігу рідини.

5. Рівняння Бернуллі для ідеальної та реальної рідини.
6. Гідравлічні опори тертя та місцеві опори.
7. Результуючий гідравлічний опір.
8. Складання еквівалентних гідравлічних схем (ЕГС) електричних машин.
9. Перетворення та спрощення ЕГС.
10. Джерела тепловиділення в електричній машині.
11. Способи охолодження електричних машин.
12. Устрій кола циркуляції і способи переміщення охолодного середовища.
13. Безпосереднє охолодження активних частин електричних машин.
14. 1Вентиляційний розрахунок електричних машин.
15. Основні процеси передачі теплоти.
16. Закон теплопровідності Фур'є.
17. Коефіцієнти теплопровідності.
18. Диференціальне рівняння теплопровідності.
19. Основи розрахунку температурних полів.
20. Теплові опори.
21. Основні рівняння конвективного процесу.
22. Застосування теорії подібності до розрахунку тепловіддачі конвекцією.
23. Критерійні рівняння при вимушеній і природній конвекції.
24. Основні задачі теплового розрахунку електричної машини.
25. Основні методи теплового розрахунку електричної машини.
26. Метод еквівалентних теплових схем. (ЕТС).
27. Метод кінцевих елементів.
28. Теплові розрахунки електричних машин при стаціонарних теплових режимах.
29. Нестационарний нагрів в стандартних режимах роботи електричних машин

### **13 Експлуатація та ремонт електричних машин;**

1. Монтаж електричних машин і трансформаторів.
2. Організація технічного обслуговування електричних машин.
3. Види і причини зношення електричних машин. Несправності електричних машин.
4. Вибір захисту електричних машин.
5. Прогнозування технічного стану електричних машин.
6. Класифікація ремонтів.
7. Механічний ремонт і ремонт обмоток електричних машин.
8. Організація ремонту трансформаторів.
9. Ремонт активних частин трансформаторів.
10. Модернізація електричних машин

### **14. Випробування та діагностика електричних машин**

1. Класифікація випробувань електричних машин і трансформаторів.
2. Методи вимірювання моментів, що обертають, частот обертання і ковзання при випробуваннях електричних машин.
3. Визначення втрат і ККД при випробуваннях електричних машин і трансформаторів.
4. Випробування при підвищеній частоті обертання і короткочасному перевантаженні по струму.
5. Випробування на нагрівання.
6. Вимірювання опору обмоток і ізоляції. Випробування електричної міцності ізоляції.
7. Програма приймально-здавальних випробувань асинхронних машин.
8. Програма приймально-здавальних випробувань синхронних машин.
9. Програма приймально-здавальних випробувань машин постійного струму.
10. Програма приймально-здавальних випробувань трансформаторів.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Перхач В.С. Теоретична електротехніка: Лінійні кола: Підручник. Київ; Вища школа, 1992. – 439 с.
2. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс (видання друге, допрацьоване та доповнене) : Навчальний посібник. – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 400 с.
3. Мілих В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Підручник / За ред. В.І.Мілих. - К.: Каравела, 2007.
4. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОП Панов А.Н., 2017.
5. Гаряжа В. М. Вступ до спеціальності: конспект лекцій (для студентів 2 курсу денної, заочної і прискореної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / В. М. Гаряжа, І. Т. Карпалюк. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021.
6. Мілих В. І. Електротехніка та електромеханіка / В. І. Мілих. – К.: «Каравела», 2006.
7. Монтік П. М. Електротехніка та електромеханіка [Текст] : навч. посібник / П. М. Монтік. – Львів : Новий світ – 2000, 2011.
8. Мілих В. І. Літерні позначення величин та параметрів електричних машин: методичні вказівки до використання в навчальному процесі кафедри «Електричні машини» для студентів і викладачів електротехнічних спеціальностей / Укладач В. І. Мілих. – Харків: НТУ «ХП», 2007.
9. Шайда В.П. Вступ до спеціальності: Типова програма, методичні вказівки та контрольні завдання для студентів заочної форми навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньо-професійної програми «Електричні машини» / Уклад. В.П. Шайда, О.Ю. Юр'єва. – Харків: НТУ «ХП», 2018. – 12 с.
10. Андрієнко В.М., Куєвда В.П. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом підгот. «Електротехніка та електротехнології». – Київ: НУХТ, 2010. –366 с.
11. Загірняк М.В., Невзлін Б. І. Електричні машини : підручник – Київ: Знання, 2009. – 399 с.
12. Бєлікова Л.Я., Шевченко В.П. Електричні машини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – Одеса: Наука і техніка, 2012. – 478 с
13. Юхимчук В. Д. Технологія виробництва електричних машин: Навч. пос. / В 2-х кн. – Харків : Тимченко, 2006. Кн.1. – 560 с
14. Циценков Д.В. Проектування електричних машин : навч. посіб. / Д.В. Циценков, О.Б Іванов, О.В. Бобров, В.В. Кузнецов, В.В. Артемчук, М.О. Баб'як – Д. : НТУ «ДП», 2020. – 408 с.
15. Юхимчук В.Д. Технологія виробництва електричних машин: підручник / В. Д. Юхимчук. – Х. : Тім Пабліш Груп, 2014. – 750 с
16. Чучман Ю.І. Технологія машинобудування для електромеханіків: навчальний посібник / Ю.І. Чучман. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2001.
17. Василенко І. І., Широков В. В., Василенко Ю. І. Конструкційні та електротехнічні матеріали: навчальний посібник. – Львів: “Магнолія-2006”, 2009.
18. Електричні машини постійного струму : навч. посіб. / І. І. Андрейко, В. Г. Гайдук; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018.
19. Осташевський М.О., Юхимчук В.Д., Юр'єва О.Ю. Конструювання двигунів постійного струму / За ред.. Осташевського М.О.: Навч.-метод. Посібник з курсового проектування для студентів електромашинобудівного факультету. – Харків: НТУ "ХП", 2002.
20. Шевченко, В. П. Проектування машин постійного струму : навч. посіб. / В. П. Шевченко, О. В. Бабушанов. - Одеса : Наука і техніка, 2016.
21. Б. В. Клименко. Електричні апарати. Загальний курс. Видання друге: навчальний

посібник. – Харків: Вид-во «Точка», 2013. – 400 с.

22. Бурштинський М.В. та ін. Силові низьковольтні запобіжники / М.В. Бурштинський, А.І. Ковальчук, М.В. Хай. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 108 с. (pdf). [https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical\\_apparatus/%D0%91%D1%83%D1%80%D1%88%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8.pdf](https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical_apparatus/%D0%91%D1%83%D1%80%D1%88%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8.pdf)

23. Козлов В.Д. Електричні апарати. Модуль 1. Загальні питання електричних апаратів: Посібник – К.: НАУ, 2005. – 92 с. (pdf) [https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical\\_apparatus/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2\\_%D0%95%D0%90\\_%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C1.pdf](https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical_apparatus/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2_%D0%95%D0%90_%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C1.pdf)

24. Козлов В.Д., Соломаха М.І. Електричні апарати. Модуль 2. Комутаційні апарати низької та середньої напруги: Посібник – К.: НАУ, 2006. – 84 с. (pdf) [https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical\\_apparatus/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2\\_%D0%95%D0%90\\_%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C2.pdf](https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical_apparatus/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2_%D0%95%D0%90_%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C2.pdf)

25. Козлов В.Д., Єнчев С.В. Електричні апарати. Модуль 3. Вимірювальні, контролювальні та захисні апарати: Посібник. – К.: НАУ, 2007. – 72 с. (pdf) [https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical\\_apparatus/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2\\_%D0%95%D0%90\\_%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C3.pdf](https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical_apparatus/%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2_%D0%95%D0%90_%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C3.pdf)

26. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник. – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 340 с. (pdf) [https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical\\_apparatus/Klimenko\\_Aparati.pdf](https://elprivod.nmu.org.ua/files/electrical_apparatus/Klimenko_Aparati.pdf)

27. Басов Г.Г., Яцько С.І. Розвиток електричного моторвагонного рухомого складу. Ч.2 – Харків: «Апекс+», 2005. – 248 с.

28. Безрученко В.М., Варченко В.К., Чумак В.В. Тягові електричні машини електрорухомого складу: Навчальний посібник. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2003. – 252 с.

29. Осетрін М.М. Міські дорожно-транспортні споруди: Навч. посіб. для студентів ВНЗ. - К.: ІЗМН, 1997. – 196 с.

30. Електротехніка та електроніка. Навчальний посібник для підготовки здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр». / М. М .Сақун, В. П. Чучуй, І. В. Москалюк / За ред. Сақуна М.М. – Одеса: Видавництво «ВМВ», 2021. – 291с.

31. Бобирь Д.В., Капіца М. І., Сердюк В. Н. Теорія локомотивної тяги. Тягові розрахунки для промислового залізничного транспорту: навчальний посібник / Під ред. д-ра техн. наук, проф. М. І. Капіци. Дніпро: УДУНТ, 2022. 113 с.

32. Бобирь Д.В., Грищенко М.А., Сердюк В. Н. Теорія локомотивної тяги: підручник / Під ред. к-та техн. наук, доц. В. Н. Сердюка; УДУНТ; ННІ «Дніпров. ін-т інфраструктури і трансп.». – Дніпро , 2022. – 385 с.

33. Тягові електричні машини електрорухомого складу: Навчальний Т99 посібник / В.М. Безрученко, В.К. Варченко, В.В. Чумак. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2003.–252 с.

34. Міський транспорт: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю «Міське будівництво та господарство» /Н.І. Ільчук. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 96 с.

35. Нем В.К. МУ з вивчення курсу «Тягові підстанції електричного транспорту». Харків: ХДАМГ, 1998.

36. Безрученко В.М., Варченко В.К., Чумак В.В. Тягові електричні машини електрорухомого складу: Навчальний посібник. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2003. – 252 с.

37. ЦЕ-0009. Правила улаштування системи тягового електропостачання залізниць України. Київ: Швидкий рух, 2005. 80 с.
38. Яцківський Л.Ю., Зеркалов Д.В. Загальний курс транспорту: Навчальний посібник. – Кн. 1. – К.: Арістей, 2007. – 544 с.
39. Тягові підстанції електрифікованих залізниць: навчальний посібник: / Т. І. Друбєцька, А. М. Бойко; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2022 р. 338 стор.
40. Колонтаєвський Ю.П., Тугай Д.В.. Перетворювальна техніка в нетрадиційній та відновлювальній електроенергетиці : навч. посібник / Ю.П. Колонтаєвський, Д.В. Тугай; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 67 с.
41. «Проектування систем електропостачання залізниць: Навч. посібник/М.М. Бабаєв, В.С. Блиндюк, О. Д. Супрун та ін.; за ред. М. М. Бабаєва. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 291 с.
42. Маковецький М. О., Семененко О. І. Методичний посібник з курсового та дипломного проектування систем електропостачання залізниць. Харків: УкрДАЗТ, 2004. Ч. 1. 74 с.
43. Нем В.К., Донець О.В., Лукашова Н.П. Електропостачання електричного транспорту. Практикум до лабораторних і практичних занять.: Харків.:ХДАМГ, 2009 – 137 с.
44. Маковецький М. О., Семененко О. І. Методичний посібник з курсового та дипломного проектування систем електропостачання залізниць. Харків: УкрДАЗТ, 2010. Ч. 2. 107 с.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І

### ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань.

Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибоке знання</b> навчального матеріалу, що міститься в <b>літературних джерелах</b>;</li> <li>– <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>– <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно-послідовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b></p>
82–89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b></p>
75–81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати практичні задачі</b></li> </ul>	<p>– <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для розв'язування <b>складних практичних задач</b></p>
64–74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати прості практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>невміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– <b>невміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, – вміння розв'язувати найпростіші <b>практичні задачі</b>	– незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу; – невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку; – невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b>
35–59	FX	Незадовільно	–	– незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b>
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	– повна <b>відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – незнання основних фундаментальних положень; – невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних задач</b>

*Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра на основі молодшого спеціаліста та магістра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2023 році.*

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.  
Протокол № 8 від 25 березня 2025 р.

Голова вченої ради Е інституту  
Голова фахової атестаційної комісії

Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМА**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною  
пропозицією:

**Електропривод, мехатроніка та робототехніка**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

Харків 2025

# ЕЛЕКТРОПРИВОД, МЕХАТРОНІКА ТА РОБОТОТЕХНІКА

## АНОТАЦІЯ

Метою фахового випробування абітурієнтів для участі в конкурсі щодо зарахування на навчання для отримання освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» за спеціальністю G3 «Електрична інженерія», конкурсна пропозиція «Електропривод, мехатроніка та робототехніка», є з'ясування рівня систематизації та узагальнення теоретичних знань та практичних навиків самостійної роботи для розв'язання конкретних завдань у галузях машинобудування, конструювання, виробництва та експлуатації і ремонту підйомно-транспортних машин.

Магістр повинен бути підготовленим для організаційної, конструкторської та виробничої роботи в галузі машинобудування та виконувати професійну роботу відповідно до Класифікатора професій ДК 003-2010:

- 12 – керівники підприємств, установ та організацій;
- 1222 – керівники виробничих підрозділів у промисловості;
- 2143 – професіонали в галузі електротехніки;
- 2143.1 – наукові співробітники;
- 2145.2 – професіонали з механізації та автоматизації виробничих процесів;
- 2310.2 – викладач вищого навчального закладу;
- 2320 – викладач професійного навчально-виховного закладу.

Магістр може займати первинні посади: механік, майстер дільниці, інженер, інженер-конструктор, інженер-технолог, молодший науковий співробітник, викладач(асистент).

Під час підготовки до випробування необхідно звернути увагу на те, що абітурієнт повинен:

*Знати:* етапи та графіки виконання робіт, узгоджувати їх з керівництвом, замовником та співвиконавцями. Забезпечувати технічне та методичне керівництво напрямками проектування.

Виконувати техніко-економічне обґрунтування застосування електромеханічних систем автоматизації та електроприводу для різних варіантів.

Вибирати ефективні критерії оптимального розвитку електромеханічних систем автоматизації та електроприводу, їх оптимізаційні, оціночні, та оптимізаційно-оціночні моделі.

Виконувати оцінку структури і величин потужностей електроприводів промислових та інших споживачів і вибір оптимальних місць їх розміщення на основі сучасних математичних методів моделювання

*Вміти:* виконувати технічні розрахунки усіх рівнів складності із застосуванням ПЕОМ, у тому числі електромеханічних систем автоматизації та електроприводу.

Аналізувати режими роботи електромеханічних систем автоматизації та електроприводу та визначати шляхи їх вдосконалення.

Розраховувати зусилля, швидкості, моменти, потужності та вибирати силові елементи електромеханічних систем автоматизації та електроприводу.

Виконувати розрахунки лінійних та нелінійних елементів електричних та магнітних кіл електромеханічних систем автоматизації та електроприводу.

Розраховувати параметри, що характеризують статичні і динамічні властивості електромеханічних систем автоматизації та електроприводу та їх елементів.

Застосовувати на практиці інженерні способи забезпечення статичної та динамічної стійкості елементів електромеханічних систем автоматизації та електроприводу. Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Положення про приймальню комісію Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### Електропривод с мікропроцесорним керуванням

Предмет, цілі й завдання дисципліни Електропривод з мікропроцесорним керуванням;  
2. Детальна класифікація й характеристики сучасних мікропроцесорних електроприводів, їх

елементів і засобів автоматизації; 3. Алгоритми керування й регулятори для побудови контурів регулювання технологічних параметрів (на базі програмувальних логічних контролерів), а також внутрішніх контурів регулювання мікропроцесорних електроприводів.

### Сучасні методи керування

Необхідні відомості про сучасні методи керування ЕП; Синтез систем частотно-струмового керування швидкістю асинхронного ЕП (скалярне керування АД); Фізичні основи й рівняння узагальненої електричної машини. Математичний опис трифазного асинхронного двигуна (АД) у векторно-матричній формі; Структурні (алгоритмічні) схеми АД в системі відліку, орієнтованої по вектору потокозчеплення ротора й вектору потокозчеплення статора; Синтез системи підлеглого керування (СПР) ЕП змінного струму на базі НПЧ-АД; Математична модель і структурна схема синхронного двигуна (СД) у системі відліку, орієнтованої по вектору потокозчеплення ротора; Алгоритм синтезу й структура СПР швидкості СД із НПЧ при керуванні по вектору потокозчеплення статора.

### Енергоресурсозбереження засобами електроприводу

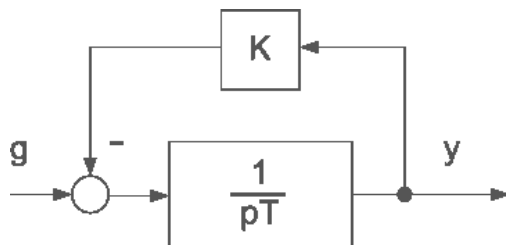
Роль електропривода в розв'язку проблеми енергоресурсозбереження як фактора життєзабезпечення людства; Енергетичні властивості електропривода; Вибір раціональних режимів роботи й експлуатації технологічних установок і їх електроприводів; Вибір раціонального типу електропривода; Енергозберігаючі системи електропривода; Регулювання якості електроенергії силовими напівпровідниковими перетворювачами промислового електропривода.

### Інформаційні технології та прикладні пакети САПР

Структура та функціональні можливості графічних САПР на прикладі пакета програм AutoCAD. Засоби створення та редагування графічних примітивів. Засоби забезпечення точності креслень. Використання блоків і атрибутів. Використання стилів і слоїв. Оримання інформації о кресленнях. Засоби печаті. Трьохвимірна графіка Засоби настройки та адаптації САПР. Програмування на мовах AutoLISP і VBA.

### ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ

1. Назвіть способи регулювання швидкості двигуна постійного струму.
2. Накресліть механічні характеристики:
  - а) двигуна постійного струму послідовного збудження;
  - б) двигуна постійного струму незалежного збудження;
  - в) асинхронного електродвигуна;
  - г) синхронного електродвигуна.Надайте співвідношення для механічних характеристик та їх характеристик крапок.
3. Чим відрізняється векторна величина від скалярної?
4. Накресліть тиристорну схему випрямляча Ларіонова.
5. Запишіть передатну функцію нижче вказаної ланки.



6. Яким чином можна стабілізувати координати електроприводу?
7. Що таке еквівалентування навантаження електроприводу? Які методи еквівалентування ви знаєте і коли який доцільно використовувати?
8. В чому сутність приведення механічних величин до однієї швидкості.
9. Запишіть основний закон руху електроприводу.
10. Назвіть ознаки стійкості електромеханічної системи.
11. Що таке мікропроцесор і для чого він використовується?
12. Як створюється математична модель електроприводу в структурній формі?

13. Створіть математичну модель в структурній формі системи «генератор-електродвигун».
14. Поясніть сутність етапів:
  - фазифікація;
  - логічна обробка;
  - дефазифікація у фазирегуляторі.
15. В чому полягає синтез нейронної мережі.
16. В чому полягає і для чого використовується метод генетичних алгоритмів?
17. Поясніть сутність керування асинхронним двигуном за вектором магнітного поля.
18. Доведіть, чому при регулюванні швидкості асинхронного електроприводу нижче номінальної потрібно зменшувати напругу статора?

#### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Електропривод: Навчально-методичний посібник / Ю.М. Кутовий, Т.Ю. Кунченко, Д.О. Пшеничников, І.В. Обруч. – Харків: НТУ “ХП”, 2020. – 125 с.
2. Асмолова Л.В., Шамардіна В.М. Основи дослідження лінійних динамічних систем у се-редовищі пакету MATLAB : лабораторний практикум з курсу «Теорія автоматичного керування. Частина 1» для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка Харків: НТУ «ХП», 2020. – 64 с.
3. Енергоефективні електромеханічні системи широкого технологічного призначення /монографія/ М.В. Загірняк, С.М. Ковбаса, В.М. Михальський, С.М. Пересада, О.В. Садовой, І.А. Шаповал Київ: Інститут електродинаміки НАН України, 2018, 303 с.
4. Введення в мехатроніку /Навчальний посібник/ Грабченко А.І., Доброскок В.Л., Кутовий Ю.М., та інші, всього 6 осіб. Харків: Видавництво ХНАДУ, 2014. 264 с.
5. Алгоритми швидкодіючих процесорів САР реального часу, працюючих у замкнутому контурі керування / Б. В. Дурняк, І. Т. Стрепко, О. В. Тимченко // Наук. зап.: наук.-техн. зб. — 1999. — № 1. — С. 53—56. — укр..
6. Борисенко, О.А. Цифрова схемотехніка [Текст]: підручник / О. А. Борисенко. – Суми: СумДУ, 2016. – 200 с.
7. О. М. Воробйова, В. Д. Іванченко. Основи схемотехніки: підручник. – [2-е вид.]. – Одеса: Фенікс, 2009. – 388 с.
8. Гулий В.Д., Жуйков В.Я., Рябенський В.М. Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник для ВНЗ (рекомендовано МОН України), – Львів: Новий світ-2000, 2020 – 736 с.
9. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. — Львів: Афіша, 2001. — 424 с.
10. Основи проектування цифрових логічних пристроїв: Навч. посіб. / Б. В. Дурняк, І. Т. 6. Стрепко, Г. Н. Тітов, О. В. Тимченко. — Л.: Вид-во УАД, 2006. — 273 с. — Бібліогр.: с. 271—272. — ISBN 966-322-019-8. — укр.

# КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І

## ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань.

Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибоке знання</b> навчального матеріалу, що міститься в <b>літературних джерелах</b>;</li> <li>– <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>– <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно-послідовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b></p>
82–89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b></p>
75–81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати практичні задачі</b></li> </ul>	<p>– <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для розв'язування <b>складних практичних задач</b></p>
64–74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати прості практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>невміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– <b>невміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, – вміння розв’язувати найпростіші <b>практичні задачі</b>	– незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу; – невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку; – невміння застосовувати теоретичні положення при розв’язанні <b>практичних задач</b>
35–59	FX	Незадовільно	–	– незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – невміння розв’язувати <b>прості практичні задачі</b>
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	– повна <b>відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – незнання основних фундаментальних положень; – невміння орієнтуватися під час розв’язання <b>простих практичних задач</b>

*Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра на основі молодшого спеціаліста та магістра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2023 році.*

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.  
Протокол № 8 від 25 березня 2025 р.

Голова вченої ради Е інституту  
Голова фахової атестаційної комісії

Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМИ**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною  
пропозицією:

**Двигуни та енергетичні установки**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

Харків 2025

## ЗМІСТ

Анотація .....	3
Зміст програми .....	3
Теплові та ядерні енергоустановки і комп'ютерні технології техногенної енергобезпеки.	
Парогенератори і реактори атомних електричних станцій.....	3
Цифрова інженерія енергетичних машин та обладнання.....	5
Силкові агрегати з двигунами внутрішнього згоряння .....	6
Рекомендована література .....	6
Критерії оцінювання .....	8

# ДВИГУНИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ

## АНОТАЦІЯ

Фахове випробування абітурієнтів для участі в конкурсі щодо зарахування на навчання для отримання освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» за спеціальністю G11 – «Машинобудування» (за спеціалізацією G11.02 «Двигуни та енергетичні установки») на основі освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» передбачає з'ясування рівня систематизації та узагальнення теоретичних знань та практичних навиків самостійної роботи для розв'язання конкретних завдань у галузі знань G – «Інженерія, виробництво та будівництво».

Абітурієнт повинен бути підготовленим для організаційної, конструкторської, технологічної роботи, робіт з експлуатації та ремонту в галузі, виконувати професійну роботу згідно Державного переліку професій затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1117 від 11 вересня 2007 р (із змінами та доповненнями), займати первинні посади згідно довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників з урахуванням вимог Положення про ступеневу професійно-технічну освіту, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 3 червня 1999 р. N 956, Державного стандарту професійно-технічної освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 серпня 2002 р. N 1135: майстер, технолог чи керівник дільниці, старший лаборант, технік, конструктор та інженер у підрозділах машинобудівних підприємств.

Метою вступних випробувань є перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра, та необхідного базового рівня підготовки до навчання на другому рівні спеціальності G11 – «Машинобудування» (за спеціалізацією G11.02 «Двигуни та енергетичні установки»).

Вступні випробування передбачають вибіркову перевірку знань з нормативних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки студентів відповідно до обраної спеціальності.

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Правил прийому до Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступні випробування охоплюють питання дисциплін блоків загальної і професійної підготовки, а також блоків дисциплін вільного вибору – «Теплові та ядерні енергоустановки і комп'ютерні технології техногенної енергобезпеки», «Парогенератори і реактори атомних електричних станцій», «Цифрова інженерія енергетичних машин та обладнання», «Двигуни та гібридні енергетичні установки транспортних засобів», навчального плану НТУ «ХПІ» підготовки бакалаврів за спеціальністю G11 – «Машинобудування» (за спеціалізацією G11.02 «Двигуни та енергетичні установки»)..

## ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

**Теплові та ядерні енергоустановки і комп'ютерні технології техногенної енергобезпеки. Парогенератори і реактори атомних електричних станцій.**

1. Характеристики  $RO_2$  і  $\beta$ .
2. Розрахунки по приведеним характеристикам палива.
3. Коефіцієнт надлишку повітря.
4. Технічні та приведені характеристики палива.
5. Теплотехнічні характеристики палива.
6. Методи визначення надлишку повітря.
7. Тепловий баланс процесів горіння.
8. Матеріальний баланс процесів горіння.
9. Мазутне господарство ТЕС.
10. Газорегуляторні пункти (ГРП) та установки (ГРУ).
11. Підготовка палива до спалювання.

12. Характеристики пилу.
13. Класифікація млинів.
14. Розмельна та сушильна продуктивність млина.
15. Класифікація та схеми систем пилоприготування.
16. Підготовка палив до спалювання у кип'ячому шарі.
17. Газифікація твердих та рідких палив.
18. Класифікація пальників.
19. Конструкції мазутних форсунок.
20. Вихрові пальники. Типи та параметри.
21. Класифікація котлів.
22. Склад продуктів згоряння палива.
23. Ентальпія продуктів згоряння.
24. Повітряний баланс котла.
25. Рівняння теплового балансу.
26. Втрати теплоти у котлі.
27. Корисно використане тепло.
28. Класифікація топочних екранів.
29. Класифікація пароперегрівників.
30. Компоновка пароперегрівників.
31. Методи регулювання температури перегрітої пари.
32. Методи підвищення корозійної стійкості повітропідігрівників.
33. Нижча теплота згоряння.
34. Основні елементи котла.
35. Маркування котлів.
36. Особливості атомної енергетики.
37. Життєвий цикл палива.
38. Поняття про відкритий та замкнений паливний цикл.
39. Особливості палива для реакторів на теплових нейтронах.
40. Особливості палива для реакторів на швидких нейтронах.
41. Призначення твелів.
42. Класифікація твелів.
43. Конструкційні виконання твелів.
44. Ізотопи урану.
45. Щільність палива.
46. Збагачення палива ізотопом U 235.
47. Конструкційні матеріали твелів та ТВЗ.
48. Дія випромінювання на матеріали.
49. Технології виготовлення дисперсійного палива та твелів.
50. Стадії проектування твелів та ТВЗ.
51. Критерії проектування твелів та ТВЗ.
52. Випробування твелів та ТВЗ.
53. Транспортування твелів та ТВЗ.
54. Ідентифікація твелів та ТВЗ.
55. Упакування твелів та ТВЗ.
56. Переваги атомної енергетики.
57. Принципові схеми виробництва пари на АЕС.
58. Принципова схема ядерного реактора.
59. Коефіцієнти відтворення й розмноження.
60. Розрахунок енергії зв'язку нуклонів в ядрі.
61. Матеріали ядерного реактора.
62. Вимоги до матеріалів ядерного реактора.
63. Характеристики рідких теплоносіїв.
64. Характеристики газоподібних теплоносіїв.
65. Класифікація реакторів.

66. Основні типи енергетичних реакторів.
67. Принципова конструкція водо-водяних.
68. Принципова схемагазо-графитових реакторів.
69. Конструкція важководних реакторів.
70. Конструкція реакторів на швидких нейтронах.
71. Конструкція рідкопаливних реакторів.
72. Енерговиділення в активній зоні реактора.
73. Енерговиділення в корпусі реактора.
74. Залишкове енерговиділення.
75. Типи й особливості киплячих реакторів.

### **Цифрова інженерія енергетичних машин та обладнання**

1. Рівняння енергії для потоку рідини при наявності енергообміну з навколишнім середовищем.
2. Рівняння Бернуллі для ідеальної нестисливої рідини.
3. Рівняння імпульсу для потоку рідини.
4. Рівняння Бернуллі для ідеальної стисливої рідини.
5. Рівняння Гюгоніо для потоку газу.
6. Визначення коефіцієнта тепловіддачі.
7. Передача теплоти теплопровідністю. Закон Фур'є.
8. Граничні умови теплообміну 1-го – 4-го роду.
9. Критерії подібності процесів теплообміну. Їх фізичний зміст.
10. Природна й змушена конвекція (визначення термінів).
11. Перелічити й записати основні рівняння для стисливої рідини.
12. Перелічити основні втрати при течії в решітках і пояснити механізм їх утворення.
13. Особливості надзвукової течії в решітках.
14. Визначити відносні лопаткові ККД активного й реактивного ступеня ( $\rho=0,5$ ) і зіставити їх залежність від відношення швидкостей  $U/C_{\phi}$ .
15. Причини зміни параметрів потоку вздовж радіусу турбінного ступеня.
16. Прості цикли ПТУ і ГТУ.
17. Причини та способи ускладнення циклів ПТУ і ГТУ. Приклад складного циклу та принцип його роботи.
18. Цикли ПТУ і ГТУ з регенерацією теплоти.
19. Принцип розрахунку схеми ПТУ і ГТУ на номінальний режим роботи
20. Основні особливості роботи циклів ГТУ на змінних режимах.
21. Розрахунок багатоступінчастої газової турбіни методом об'ємної витрати.
22. Конструктивний та повірочний розрахунки рекуперативного теплообмінного апарату.
23. Типи теплообмінних апаратів.
24. Конструктивні особливості змішувальних теплообмінних апаратів.
25. Конструктивні особливості рекуперативних теплообмінних апаратів.
26. Конструктивні особливості регенеративних теплообмінних апаратів.
27. Прямоточна та протиточна схеми руху теплоносіїв та їх ефективність.
28. Втрати тиску теплоносіїв в теплообмінному апараті.
29. Перелічити й записати основні рівняння руху стисливої рідини.
30. Перелічити основні втрати при течії в решітках і пояснити механізм їх утворення.
31. Особливості надзвукової течії в решітках.
32. Визначити відносний лопатковий ККД активного й реактивного ступеня ( $\rho=0,5$ ) і зіставити їх залежність від  $U/C_{\phi}$ .
33. Причини зміни параметрів потоку вздовж радіусу турбінного ступеня.

### **Силві агрегати з двигунами внутрішнього згорання**

1. Історія зародження парових машин. Перші промислові парові машини. Універсальна парова машина Джеймса Уатта.

2. Перші конструкції двигунів. Двигуни Ленуара, Ніколаса Отто, Рудольфа Дизеля.
3. Класифікація двигунів внутрішнього згоряння за їх основними показниками.
4. Робочі цикли двотактних двигунів внутрішнього згоряння.
5. Робочі цикли чотирьохтактних двигунів внутрішнього згоряння.
6. Особливості використання наддуву двигунів.
7. Показники й характеристики двигунів.
8. Палива, моторні масла та охолоджуючі рідини.
9. Основні механізми двигунів внутрішнього згоряння, їх конструкція.
10. Основні системи двигунів внутрішнього згоряння, особливості їх конструкції.
11. Газові турбіни. Реактивні двигуни.
12. Двигуни нетрадиційних конструкцій.
13. Електричні двигуни у складі гібридних силових установок
14. Основні напрямки розвитку двигунів, як джерел енергії.
15. Термодинамічні параметри стану (екстенсивні та інтенсивні). Рівноважний та нерівноважний стан системи. Термодинамічні процеси.
16. Принцип незворотності в адіабатній системі. Емпірична та метрична ентропія. Принцип існування ентропії.
17. Теплоємність газів. Залежність теплоємності від температури, способу підводу теплоти.
18. Закони ідеальних газів. Термічні рівняння стану ідеального газу.
19. Перший закон термодинаміки.
20. Другий закон термодинаміки.
21. Третій закон термодинаміки.
22. Основні термодинамічні процеси. Робота, теплота, внутрішня енергія, ентальпія.
23. Типи циклів двигунів внутрішнього згоряння. Питома робота газів в циклі. ККД циклу.

#### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник / Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 120 с.
2. Котельні установки : навчальний посібник / С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с.
3. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України/[Вольчин І. А., Дунаєвська Н. І., Гапонич Л. С., Чернявський М. В., Топал О. І., Засядько Я. І.]. – К.: ГНОЗІС, 2013. – 308 с.
4. Єфімов О. В., Пилипенко М. М., Потаніна Т. В., Каверцев В. Л., Гаркуша Т. А. Реактори і парогенератори енергоблоків АЕС: схеми, процеси, матеріали, конструкції, моделі. Харків : ТОВ «В справі», 2017. 420 с.
5. Єфімов О.В. Конструкції, матеріали, процеси і розрахунки реакторів і парогенераторів АЕС/ О.В. Єфімов, М.М. Пилипенко. / Харків: – НТУ «ХПІ» – 2009.– 307 с.
6. Стратегія розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2035 року.URL: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art\\_id=99111](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=99111)
7. А.В. Бойко. Гидрогазодинаміка. Харків: НТУ "ХПІ", 2005, 392 с.
8. Романовський Г.Ф., Іпатенко О.Я., Патлайчук В.М. Теорія та розрахунок парових і газових турбін: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 292 с. ISBN 5-87848-094-8
9. Черноусенко О.Ю. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Частина 1, Статор Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету/ О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О.Грановська, Р.І.Гудов // - Електронне навчальне видання Гриф НМУ № Е 10/11-081 від 02.12.2010 р., протокол №3, 2010 – 150 с.
10. Черноусенко О.Ю. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС: Частина 2, Ротор Навчальний посібник для студентів теплоенергетичного

факультету. / О.Ю.Черноусенко, Л.С.Бутовський, О.О.Грановська, Т.В.Никуленкова // - Електронне навчальне видання Гриф НМУ № Е 12/13-042 від 18.10.2012 р., протокол №2, 2012 – 85 с.

11. Романовський, Георгій Федорович. Сучасні газотурбінні агрегати [Текст] : навч. посібник для студ. вищих навч. закл.: У 2 т. / Г. Ф. Романовський [и др.]. - Миколаїв : Національний ун-т кораблебудування ім. адмірала Макарова, 2005 .

12. Г.Ф. Романовський, М.В. Вищиленко, С.І. Сербін. Теоретичні основи проектування суднових газотурбінних агрегатів: Навчальний посібник. – Миколаїв:УДМТУ, 2003. – 304 с.

13. Тепло- та масообмінні апарати та установки промислових підприємств.

14. Навчальний посібник з курсового проектування та самостійної роботи студентів / За ред. Б.А.Левченко. – Харків: ХДПУ, 1999. – 420 с.

15. Основні залежності та приклади розрахунків теплообмінних апаратів. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів, які навчаються за напрямком „Машинобудування” спеціальність "Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів"/ НТУУ „КПІ”; уклад. Л.Г. Воронін, А.Р. Степанюк, Л.І. Ружинська,. - Київ : НТУУ „КПІ”, 2011. - 68 с.

16. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: Підручник – К.: Арістей, 2004. – 476 с.

17. Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т. 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин./ За ред. А.П. Марченка та А.Ф. Шеховцова. – Харків: Прапор, 2004. – 384 с.

18. А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.2. Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. / За редакцією проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова – Харків: Видавн. центр НТУ “ХПІ”, 2004. – с.

19. Марченко А.П., Парсаданов І.В., Товажнянський Л.Л., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згоряння. Екологізація ДВЗ / Підручник за ред. А.П. Марченка та А.Ф. Шеховцова. – Харків: Прапор, 2004. – 354 с.

20. Колієнко А.Г. Термодинаміка: Навчальний посібник. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 130с.

21. Навчальний посібник із дисципліни “Термодинаміка” для студентів інженерних Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011. – 424 с.

22. Драганов Б.Х. Теплотехніка. Підручник. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Долінський А.А., Лазоренко В.О., Міщенко А.В., Шеліманова О.В.— 2-е вид., перероб. і доп. — Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. — 400 с. — ISBN: 966-8347-12-9.

23. Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles / Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Stefano Longo, Kambiz M. Ebrahimi // CRC Press Taylor & Francis Group, 2018. – 546p.

24. Дяченко В.Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія / Підручник – Харків: НТУ „ХПІ”, 2008. – 488 с.

25. Heywood John V. Internal Combustion Engine fundamentals / Textbook – New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1988. – 929 p.

26. Автомобільні двигуни: Підручник для вузів / І.І. Тимченко, Ю.Ф. Гутаревич, К.Е. Долганов, Р.М.Муждабаєв. –Х.: «Основа», 1995. –464 с.;

27. Alternative Transportation Fuels: Utilisation in Combustion Engines. M.K. Gajendra Babu, K.A. Subramanian. CRC Press, 2013. -464p. ISBN 1439872821, 9781439872826

28. Free Piston Stirling Engines. Graham Walker, J.R. Senft / Springer Science & Business Media, 1985. -267p.

29. Альтернативні палива. Кустовська А. Д., Іванов С. В., Бережний Є. О. – Київ, 2014. -624с. ISBN 978-966-598-864-9

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І

### ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань.

Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибоке знання</b> навчального матеріалу, що міститься в <b>літературних джерелах</b>;</li> <li>– <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>– <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно-послідовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b></p>
82–89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b></p>
75–81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати практичні задачі</b></li> </ul>	<p>– <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для розв'язування <b>складних практичних задач</b></p>
64–74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати прості практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>невміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– <b>невміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, – вміння розв'язувати найпростіші <b>практичні задачі</b>	– незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу; – невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку; – невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b>
35–59	FX	Незадовільно	–	– незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b>
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	– повна <b>відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – незнання основних фундаментальних положень; – невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних задач</b>

*Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра на основі молодшого спеціаліста та магістра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2023 році.*

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.  
Протокол № 8 від 25 березня 2025 р.

Голова вченої ради Е інституту  
Голова фахової атестаційної комісії

Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМА**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною  
пропозицією:

**Холодильні та кліматичні технології**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

Харків 2025

# ХОЛОДИЛЬНІ ТА КЛІМАТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

## АНОТАЦІЯ

Фахове випробування абітурієнтів для участі в конкурсі щодо зарахування на навчання для отримання освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» за спеціальністю G4 – «Енерговиробництво» (за спеціалізацією) на основі освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» передбачає з'ясування рівня систематизації та узагальнення теоретичних знань та практичних навиків самостійної роботи для розв'язання конкретних завдань у галузі знань G – «Інженерія, виробництво та будівництво».

Абітурієнт повинен бути підготовленим для організаційної, конструкторської, технологічної роботи, робіт з експлуатації та ремонту в галузі, виконувати професійну роботу згідно Державного переліку професій затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1117 від 11 вересня 2007 р (із змінами та доповненнями), займати первинні посади згідно довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників з урахуванням вимог Положення про ступеневу професійно-технічну освіту, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 3 червня 1999 р. N 956, Державного стандарту професійно-технічної освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 серпня 2002 р. N 1135: майстер, технолог чи керівник дільниці, старший лаборант, технік, конструктор та інженер у підрозділах машинобудівних підприємств.

Метою вступних випробувань є перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра, та необхідного базового рівня підготовки до навчання на другому рівні спеціальності G4 – «Енерговиробництво» (за спеціалізацією).

Вступні випробування передбачають вибіркочну перевірку знань з нормативних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки студентів відповідно до обраної спеціальності.

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Правил прийому до Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступні випробування охоплюють питання дисциплін блоків загальної і професійної підготовки, а також блоку дисциплін вільного вибору – «Кріогенна та холодильна техніка» навчального плану НТУ «ХПІ» підготовки бакалаврів за спеціальністю G4 – «Енерговиробництво» (за спеціалізацією).

## ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

### **Кріогенна та холодильна техніка**

1. Охарактеризувати основні діаграми гетерогенних бінарних сумішей. Дати їх призначення.
2. Цикли парових компресійних холодильних машин Цикл ХМ з дроселюванням хладагенту.
3. Причини переходу до багатоступінчатого стиснення. Вплив багатоступінчатого стиснення і дроселювання на незворотні втрати в циклі.
4. Теоретичний процес пароежекторної холодильної машини. Область застосування ПЕХМ.
5. Методи вимірювання температури. Особливості використання термометрів в холодильних та кріогенних системах.
6. Похибки вимірювань та їх види. Метрологічна надійність засобів вимірювання.
7. Методи зменшення похибки вимірювань. Стабілізація режимів вимірювань. Надійність технічних систем та методи її оцінки.
8. Методи вимірювань температури, параметрів магнітних та електричних полів.
9. Методи вимірювання напруги та сили електричного струму.

10. Розширювання меж вимірювання. Компенсаційні методи.
11. Основні відомості про кондиціонування. Класифікація систем кондиціонування.
12. Розрахункові параметри зовнішнього та внутрішнього повітря.
13. Основні параметри атмосферного повітря
14. Зміст процесів кондиціонування
15. Холодильні машини. Класифікація ХМ.
16. Фізичні засади отримання низьких температур. Охолодження з допомогою фазових перетворень.
17. Фізичні засади отримання низьких температур. Дроселювання. Вихровий ефект.
18. Фізичні засади отримання низьких температур. Термоелектричний ефект. Термоелектричні холодильні машини.
19. Парокомпресійні холодильні машини.
20. Абсорбційні холодильні машини.
21. Пароелектронні холодильні машини.
22. Охолодження за допомогою десорбції.
23. Охолодження під час розширення стиснутого газу.
24. Охолодження під час дроселювання робочого тіла.
25. Охолодження з допомогою вихрового ефекту.
26. Термоелектричне охолодження.
27. Охолодження за допомогою фазових перетворень.
28. Теоретичний цикл парової компресійної холодильної машини, на відміну від циклу Карно.
29. Теоретичний цикл повітряної холодильної машини. Принципова схема машини.
30. Холодагенти. Коротка інформація щодо основних холодильних агентів, зберігання та перевезення холодильних агентів.
31. Поршневі компресори холодильних машин (сальникові, безсальникові, герметичні, герметичні з екранованим ротором). Теоретичний та дійсний процеси в циліндрі поршневого компресора, порівняльна характеристика холодопродуктивності холодильних машин.
32. Компресори об'ємної дії (ротаційний, спіральний, гвинтовий, відцентровий) компресори, технічні та експлуатаційні особливості. Порівняльна оцінка холодопродуктивності холодильних машин.
33. Конденсатори холодильних машин, класифікація, основні характеристики, особливості теплообміну у конденсаторах.
34. Випарники холодильних машин, класифікація, основні характеристики, особливості теплообміну у випарниках.
35. Регенеративні теплообмінники, сфера застосування.
36. Прилади автоматичного регулювання. Реле тиску. Конструктивні особливості, сфера застосування.
37. Прилади автоматичного регулювання. Реле температури. Конструктивні особливості, сфера застосування.
38. Тунелі та морозильні апарати повітряного охолодження. Принципова схема машини, правила експлуатації.
39. Флюїдизаційні морозильні апарати. Принципова схема машини, правила експлуатації.
40. Іммерсійні морозильні апарати. Принципова схема машини, правила експлуатації.
41. Кріогенні морозильні апарати. Принципова схема машини, правила експлуатації.
42. Сублімаційні установки. Технологічне призначення, принцип роботи, правила експлуатації.

#### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

31. Колієнко А.Г. Термодинаміка: Навчальний посібник. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 130с.
32. Навчальний посібник із дисципліни “Термодинаміка” для студентів інженерних

- Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011. – 424 с.
33. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів: навч. посібник / М.М. Масліков. – Київ: НУХТ, 2007. -335 с.
34. Масліков М.М. Кріогенна техніка і технологія: навч. посібник / М.М. Масліков. – Київ: НУХТ, 2010. -178 с.
35. Хмельнюк М.Г. Проектування холодильників для зберігання плодоовочевої продукції: підручник / М.Г. Хмельнюк, В.П. Кочетов, А.В. Форсюк. –Херсон: Грін Д.С., 2015. -162 с.
36. Лозовський А.П. Основи Холодильних технологій: навч. посібник / А.П. Лозовський, О.М. Іванов. –Суми: Університетська книга, 2012. -149 с.
37. Шутюк В.В. Основи холодильних технологій: конспект лекцій / В.В. Шутюк. – Київ: НУХТ, 2011. -71 с.
38. Шутюк В.В. Холодильні технології: навч. посібник / В.В. Шутюк, О.С. Бессараб, О.В. Душак, В.І. Ємцев. –Київ: НУХТ, 2022. -172 с.
39. Тітлов О.С. Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості: навч. посібник / О.С. Тітлов, С.Ф. Горикін. –Львів: Новий Світ-2000, 2012. -288 с.
40. Чумак І.Г. Холодильні установки: підручник / І.Г. Чумак, В.П. Чепуренко, С.Ю. Лар'янівський, Е.Г. Парцхаладзе. –Київ: Либідь, 1995. -240 с.
41. Джеджула В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник / Вінниця : ВНТУ, 2021. - 71 с.
42. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
43. Теплові процеси та апарати хімічних та нафтохімічних виробництв: розділ другий. Теплові процеси та установки. Навч. посібник.- К.: НМЦВО, 2004 -161с.
44. Драганов Б.Х. Теплотехніка / Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В., Письменний Є.М. (за ред. Драганова Б.Х.) Теплотехніка. Підручник. - К: «ІНКОС», 2005. - 504 с.
45. Теплотехнологічні процеси та установки. Задачі та приклади розрахунків: навчальний посібник /Долгополов І.С., Тучин В.Т., Садовой О.В., Кошлак Г.В.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013 -149 с.
46. Арсен'єв В. М. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник / В.М.Арсен'єв, С.С.Мелейчук. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 364 с.
47. Холодильні установки: Підручник / 6-е вид., перероблене і доповнене / І.Г. Чумак, В.П. Чепуренко, С.Ю. Лар'янівський та ін.; За ред. І.Г. Чумака. – Одеса: Рефпринтінфо, 2006. – 550 с.
48. Якименко Ю.І.,Терещенко Т.О., Сокол Є.І. та ін. Мікропроцесорна техніка. –Київ: Політехніка, 2004. – 440 с.
49. Мілих В.І.,Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Київ, Каравела, 2007.
50. Метрологія та вимірювальна техніка. Підручник За ред. Поліщука Є.С. –Львів: Бескит БІТ, 2003. -544 с.
51. Бондаренко В.І. та ін. Основи метрології та електричні вимірювання у прикладах і задачах. Навчальний посібник. -Київ: ІСДО, 1995. -158 с.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І

### ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань.

Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибоке знання</b> навчального матеріалу, що міститься в <b>літературних джерелах</b>;</li> <li>– <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>– <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно-послідовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b></p>
82–89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b></p>
75–81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати практичні задачі</b></li> </ul>	<p>– <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для розв'язування <b>складних практичних задач</b></p>
64–74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати прості практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>невміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– <b>невміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, – вміння розв'язувати найпростіші <b>практичні задачі</b>	– незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу; – невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку; – невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b>
35–59	FX	Незадовільно	–	– незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b>
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	– повна <b>відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – незнання основних фундаментальних положень; – невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних задач</b>

*Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра на основі молодшого спеціаліста та магістра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2023 році.*

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.  
Протокол № 8 від 25 березня 2025 р.

Голова вченої ради Е інституту  
Голова фахової атестаційної комісії

Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМА**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною  
пропозицією:

**Промислова та комунальна теплоенергетика. Інжиніринг та енергоефективність**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

Харків 2025

## ЗМІСТ

Анотація .....	3
Зміст програми .....	3
Технічна термодинаміка .....	5
Тепломасообмін.....	6
Теплотехнічні процеси та установки промислових підприємств.....	6
Системи виробництва та розподілу енергоносіїв .....	7
Котельні установки .....	7
Рекомендована література .....	8
Критерії оцінювання .....	10

# ПРОМИСЛОВА ТА КОМУНАЛЬНА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА. ІНЖИНІРИНГ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

## АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, що передбачені освітньо-професійною програмою та навчальними планами у відповідності з освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр».

Вступник повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані знання і здатність вирішувати типові професійні завдання, які передбачені для відповідного кваліфікаційного рівня в галузі теплоенергетики та енергетичного менеджменту.

Спеціаліст з теплоенергетики та енергетичного менеджменту повинен володіти необхідним об'ємом вмінь і навичок проектування теплоенергетичних та теплотехнічних установок виробничого та наукового призначення, проведенням їх випробовувань та поточного контролю; розроблення, впровадження, модернізації та управління теплоенергетичним обладнанням, проектуванням теплоенергетичних систем, конструюванням та обслуговуванням теплоенергетичних і теплотехнічних установок.

Під час підготовки до випробування необхідно звернути особливу увагу на те, що абітурієнт повинен:

*знати:* теоретичні основи теплотехніки, устрій та принцип дії різних типів теплоенергетичного обладнання, захисних та вимірювальних приладів та допоміжного теплотехнічного обладнання, системи виробництва та розподілу енергоносіїв промислових підприємств, основи проектування котельних установок та тепломасообмінних апаратів

*вміти:* проектувати та конструювати основне теплоенергетичне обладнання, обслуговувати промислові теплоенергетичні об'єкти, виконувати розрахунки та креслення за допомогою ЕОМ, аналізувати доцільність та актуальність обраної конструкції та методик розрахунку, проводити аналіз параметричних характеристик.

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки, у тому числі:

1. Технічна термодинаміка.
2. Тепломасообмін.
3. Теплотехнічні процеси та установки промислових підприємств.
4. Системи виробництва та розподілу енергоносіїв.
5. Котельні установки промислових підприємств.

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію Національного Технічного Університету «Харківського політехнічного інституту».

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Технічна термодинаміка

Основні поняття термодинаміки. Робоче тіло, параметри стану, рівняння стану ідеального газу, поняття термодинамічного процесу, теплоємності газів, робота газу у процесі. Суміші ідеальних газів Перший закон термодинаміки, поняття внутрішньої енергії газу, зміна внутрішньої енергії у процесі ідеального газу, аналітичні вирази першого закону термодинаміки, ентальпія та ентропія газу. Термодинамічні процеси ідеального газу. Перший закон термодинаміки для потоку газу. Водяна пара. Пароутворення при постійному тиску. Визначення параметрів насиченої води, сухого насиченого пару, вологого насиченого пару, перегрітого пару. T-S та i-S діаграми водяної пари, термодинамічні процеси водяної пари. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Вологе повітря. Абсолютна та відносна вологість повітря. Вологовміст. i-d діаграма вологого повітря. Реальні гази. Відмінність властивостей реальних газів від ідеальних. Методи дослідження термодинамічних властивостей реальних газів. Експеримент Ендрюса. Рівняння стану реальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Визначення констант рівняння Ван-дер-Ваальса. Узагальнене рівняння стану реального газу. Рівняння стану Дітерічі, Бертоло, Редліх-Квонга. Характеристичні функції та їх основні властивості.

Застосування характеристичних функцій. Диференційні рівняння характеристичних функцій. Витікання газів та пари. Адіабатне витікання газу. Швидкість теоретична і дійсна. Витікання ідеального газу. Визначення швидкості та витрати газу при витіканні. Критичне відношення тисків при витіканні. Критична швидкість. Максимальна витрата. Фізичний смисл критичної швидкості. Два режими витікання. Витікання з втратами. Визначення дійсної швидкості та витрати. Коефіцієнт швидкості та коефіцієнт витрати. Вплив форми каналу на характер течії газу. Основи розрахунку сопла Лавалю. Число Маха. Параметри гальмування газу. Дроселювання газів та пари. Диференційний дросель-ефект. Крива інверсії. Інтегральний дросель-ефект. Другий закон термодинаміки. Прямі та зворотні цикли Основні характеристики термодинамічного циклу. Термічний коефіцієнт корисної дії. Теоретичний холодильний коефіцієнт. Аналіз прямого і зворотного циклу Карно. Умови, необхідні для перетворення теплоти у роботу. Термічна та механічна необоротність процесів. Зміна ентропії в зворотних та незворотних процесах і циклах. Інтеграл Клаузіуса. Формулювання другого закону термодинаміки. Зміна ентропії ізольованої системи. Максимальна корисна робота системи. Ексергія. Визначення ексергії теплоти та потоку маси. Ексергетичний ККД. Цикли паросилових установок. Паросиловий цикл Ренкіна. Вплив початкових та кінцевих параметрів пари на термічний ККД Адіабатна та внутрішня потужність установки. Цикл з вторинним перегрівом, та його термічний ККД. Узагальнений цикл Карно. Паросиловий цикл з граничною регенерацією. Схеми регенеративного підігріву живильної води. Термічний ККД, регенеративного циклу. Визначення параметрів пари в регенеративних отборах. Визначення кількості відбираємої на регенерацію пари. Показники роботи паросилових установок (потужність, ККД, питома витрата палива і тепла). Визначення витрати пари через турбіну. Паросилові установки АЕС. Основні схеми. Визначення температури та тиску пари перед турбіною. Термічний ККД та адіабатна потужність. Цикл газотурбінної установки (ГТУ) з підводом теплоти при постійному тиску. Термічний ККД та адіабатна потужність. Цикл ГТУ з регенерацією теплоти. Цикли ГТУ з багатоступеневим стиском і підводом теплоти. Замкнені цикли ГТУ. Показники роботи ГТУ (потужність, ККД, питома витрата палива). Термодинамічні цикли двигунів внутрішнього згоряння з підводом теплоти при постійному об'ємі і тиску. Цикл зі змішаним підводом теплоти. Порівняння циклів в умовах однакового максимального тиску та максимальної температури. Показники роботи двигунів внутрішнього згоряння (потужність, ККД, питома витрата палива). Парогазові установки (ПГУ). Схеми та цикли бінарних ПГУ з котлом-утилізатором, подачею газів у котел та з високонапорним парогенератором. Основи термодинамічного розрахунку ПГУ. Показники роботи ПГУ. Схема та термодинамічний цикл парокомпресійної холодильної машини. Холодильний коефіцієнт. Одноступенева теплонасосна установка (ТНУ).

## **2. Тепломасообмін**

Теплопровідність. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Теплопровідність плоскої, циліндричної й кульової стінки. Конвективний теплообмін. Закон Ньютона – Рихмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Основи теорії подібності. Критерії подібності. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну. Тепловіддача при обтіканні плоскої поверхні. Тепловіддача при плинні в трубах і каналах. Тепловіддача при обтіканні труб. Тепловіддача при природній конвекції. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини. Теплообмін при кипінні. Теплообмін при конденсації. Теплове випромінювання. Основні закони теплового випромінювання. Променистий теплообмін між тілами. Теплове випромінювання газів. Середня довжина шляху променя. Теплопередача. Спільний конвективний і променистий теплообмін. Коефіцієнт теплопередачі. Теплопередача скрізь різні стінки. Теплопередача через теплову ізоляцію. Нестационарна теплопровідність. Аналітичний розв'язок диференціального рівняння теплопровідності. Числа подібності нестационарної теплопровідності. Нестационарна теплопровідність тіл різної форми. Массообмен. Коефіцієнт массообмена. Аналогія теплообміну й массообмена.

## **3. Теплотехнічні процеси та установки промислових підприємств.**

Поняття теплообмінного апарата. Теплоносії. Рекуперативні теплообмінники, конструкції, схеми. Тепловий та гідравлічний розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів. Установки періодичної дії, теплові акумулятори. Випарні установки. Дистиляційні та

ректифікаційні установки. Контактні теплообмінні апарати. Установки випарювального охолодження води. Скрубери для охолодження та очистки газів. Контактні конденсатори. Тепловий та аеродинамічний розрахунок контактних апаратів. Устройства для формування контактної поверхні (розпилювачі, насадки). Розрахунки на міцність елементів теплообмінних апаратів.

#### **4. Системи виробництва та розподілу енергоносіїв**

Склад та призначення систем виробництва та розподілу енергоносіїв підприємств (СВРЕ). Основні поняття, види енергоносіїв, їх параметри та їх призначення. Енергетичні характеристики енергоємних виробництв на прикладі коксохімічного виробництва, доменного виробництва, киснево-конвертерного виробництва сталі, скла, тощо. Конструкція та принцип дії технологічних агрегатів, потреби в енергетичних ресурсах, вихід та використання вторинних енергетичних ресурсів в промисловому виробництві. Енерготехнологічне комбінування на основі високотемпературних установок. Призначення та склад систем паропостачання. Параметри пара, та напрями його використання в промисловості, джерела виробництва пари. Характеристики котлів та турбін малої та середньої потужності. Призначення та склад систем повітропостачання. Параметри повітря та його використання на підприємствах. Системи повітропостачання з поршневими компресорами та турбокомпресорами. Вибір типорозміру компресорів. Призначення та склад систем газопостачання. Напрями використання природного та штучного газів, їх характеристики. Класифікація промислових підприємств-споживачів газу. Методика розрахунку потреби газу на технологічні потреби підприємства. Міжцехові газопроводи, основні сітьові пристрої на газопроводах: газорозподільчі станції; газорегуляторні пункти і газорегуляторні установки; газосумішні станції; газопідвищувальні станції. Оптимальні швидкості подачі газу. Методика гідравлічного розрахунку міжцехових газопроводів. Характеристики продуктів розподілу повітря та їх використання в промисловості.

#### **5. Котельні установки промислових підприємств**

Загальна технологічна схема котельної установки, яка працює на пилевидному паливі. Схеми основних конструкцій котельних установок промислових підприємств, котлів-утилізаторів та енерготехнологічних котлів. Матеріальний баланс котла. Тепловий баланс котла. Теплові втрати та ККД котла. Способи спалювання палива. Загальні характеристики та основні показники топкових приладів. Спалення газоподібного та рідкого палива. Схеми та показники роботи топкових камер, типи пальникових пристроїв і мазутних форсунок. Шарове спалення твердого палива, класифікація шарових топків, схеми та параметри їх конструкцій. Камерні топки для спалення твердого палива. Системи пилоприготування; пилувугільні пальники; розрахункові характеристики топків. Теплообмін в топковій камері. Методика теплового розрахунку топки, фактори, що впливають на теплообмін в топковій камері. Тепловий розрахунок конвективних поверхонь нагріву. Основні рівняння теплового розрахунку. Схеми конструкцій конвективних поверхонь і особливості методик їх розрахунку. Гідродинаміка котлів. Види циркуляцій, рухомий корисний натиск, кратність циркуляції. Котли з природньою та примусовою циркуляцією, прямоточні котли їх переваги та недоліки. Аеродинаміка газопотоку тракту; схеми тракту. Розрахунок аеродинамічних опорів, вибор вентиляторів та димосмоктувачів. Питання енергозбереження та захисту навколишнього середовища при проектуванні та експлуатації парових котлів. Перспективні шляхи вдосконалення котельної техніки.

#### **ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ:**

##### **1. Технічна термодинаміка.**

1. Запишіть і поясніть рівняння стану ідеального газу.
2. Термодинамічний процес і цикл. Робота газу у процесі.
3. Внутрішня енергія газу. Зміна внутрішньої енергії ідеального газу у процесі.
4. Напишіть і поясніть аналітичний вираз першого закону термодинаміки.
5. Дайте визначення адіабатного процесу та запишіть його рівняння.
6. Політропний процес і його узагальнююче значення.

7. Пароутворення при постійному тиску.
8. Абсолютна та відносна вологість повітря.
9. Чим відрізняються властивості реальних газів від ідеальних?
10. Назвіть основні характеристичні функції?
11. Адіабатне витікання ідеального газу?
12. Визначення критичної швидкості витікання.
13. Дроселювання газів. Диференційний дросель-ефект.
14. Що таке термічний коефіцієнт корисної дії?
15. Аналіз прямого циклу Карно.
16. Умови, необхідні для перетворення теплоти у роботу.
17. Формулювання другого закону термодинаміки.
18. Цикл Ренкіна та його термічний ККД.
19. Регенерація теплоти у паросилових установках. Визначення параметрів пару у відборах.
20. Схема і цикл ГТУ з підводом теплоти при постійному тиску. Термічний ККД циклу.
21. Змішаний цикл ДВЗ та його термічний ККД.
22. Схема бінарної установки з котлом-утилізатором та її цикл.

## **2. Тепломасообмін.**

1. Закон Фур'є. Теплопровідність плоскої, циліндричної й кульової стінки.
2. Закон Ньютона – Рихмана. Основи теорії подібності. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну.
3. Тепловіддача при обтіканні плоскої поверхні.
4. Тепловіддача при плинні в трубах і каналах.
5. Тепловіддача при обтіканні пучка труб.
6. Тепловіддача при природній конвекції.
7. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини. Теплообмін при кипінні. Теплообмін при конденсації.
8. Закон Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта. Променистий теплообмін між тілами. Теплове випромінювання газів. Середня довжина шляху променя.
9. Спільний конвективний і променистий теплообмін. Коефіцієнт теплопередачі. Теплопередача через плоску стінку. Теплопередача через циліндричну стінку.
10. Теплопередача ребристої стінки. Теплопередача через теплову ізоляцію.
11. Нестаціонарна теплопровідність. Числа подібності нестаціонарної теплопровідності. Нестаціонарна теплопровідність тіл різної форми.
12. Массообмін. Коефіцієнт массообміну. Аналогія теплообміну та масообміну.

## **3. Теплотехнічні процеси та установки промислових підприємств.**

1. Поняття теплообмінного апарата. Види теплоносіїв.
2. Рекуперативні теплообмінники, конструкції, схеми.
3. Кожухотрубні теплообмінні апарати.
4. Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів.
5. Гідравлічний розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів.
6. Пластинчасті теплообмінні апарати.
7. Установки періодичної дії та теплові акумулятори.
8. Що таке випарні установки.
9. Дистиляційні та ректифікаційні установки.
10. Контактні теплообмінні апарати, їх особливості.
11. Установки випарювального охолодження води.
12. Скрубери для охолодження та очистки газів.
13. Контактні конденсатори.
14. Тепловий та аеродинамічний розрахунок контактних апаратів.
15. Устройства для формування контактної поверхні (розпилювачі, насадки).

16. Розрахунки на міцність елементів теплообмінних апаратів.

#### **4. Системи виробництва та розподілу енергоносіїв**

1. Сформулюйте функціональне призначення та назвіть склад систем виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств.

2. Дайте визначення поняття „енергоносії”. Перерахуйте основні види та призначення енергоносіїв, які найбільш часто вживаються на промислових підприємствах, дайте їх характеристики.

3. Перерахуйте природні та штучні органічні палива, які використовуються на промислових підприємствах та дайте їх загальні характеристики. Умовне паливо.

4. Основні енергетичні характеристики та показники коксохімічного виробництва

5. Конструкція та принцип дії коксової печі.

6. Характеристика, склад коксового газу, напрямки його використання.

7. Питомі витрати енергоносіїв коксохімічного виробництва, енерготехнологічне комбінування.

8. Роль доменного виробництва, конструкція та принцип дії доменної печі.

9. Спрощена схема доменного виробництва

10. Характеристика та склад доменного газу, напрямки його використання..

11. Схема енергопотоків доменного виробництва. Питомі витрати енергоносіїв.

12. Схема та енергетичні характеристики конверторного виробництва сталі.

13. Призначення і склад систем паропостачання. Водяна пара і її застосування на промислових підприємствах.

14. Розрахунок річної потреби підприємства в парі на технологічні потреби.

Розрахунок витрати палива для промислових котельних.

15. Основне призначення і склад систем повітропостачання. Стиснене повітря і його застосування на промислових підприємствах.

16. Основні робочі процеси в компресорі.

17. Обробка стисненого повітря на компресорній станції.

18. Призначення систем газопостачання підприємств

19. Загальна структура системи газопостачання промислових підприємств (групи)

20. Види й основні характеристики газоподібних палив, газові суміші.

#### **5. Котельні установки**

1. Схема котельної установки та призначення її основних елементів.

2. Відмінні особливості конструкцій котлів-утилізаторів.

3. Як впливає склад палива на кількість продуктів згоряння?

4. Наведіть вираз для визначення ККД котла по прямому та зворотньому балансу.

5. За якими ознаками класифікують шарові топки?

6. Які пальники використовують для спалення висококалорійного та низькокалорійного газу?

7. Які фактори впливають на величину втрат з газами, що відходять?

8. Наведіть схему топки з ціпною решіткою та вкажіть переваги таких топок.

9. Як впливає вихід летучих твердого палива на теплову напругу топкового об'єму?

10. Чим визначається вибір конструкції пилевугольних пальників?

11. Які фактори впливають на теплообмін в топковій камері?

12. Перелічіть конвективні поверхні котла та наведіть основні рівняння для їх розрахунку.

13. Особливості теплового розрахунку кипятильних пучків.

14. Наведіть елементарну схему природньої циркуляції. Як впливає тиск на кратність природньої циркуляції?

15. Проаналізуйте формули для корисного та рухомого напору циркуляції.

16. Вкажіть ціль аеродинамічного розрахунку газового тракту котла, наведіть формули для визначення втрат тиску, при обтіканні пучків труб, зробіть аналіз формул.

17. Яку роль виконують димові труби котлів і який їх вплив на потужність приводу димососу?

18. Які шкідливі домішки є у продуктах згоряння і які є рішення для зниження викидів у навколишнє середовище?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### **1. Технічна термодинаміка.**

1. Павловський В.Г. Термодинаміка фізико-енергетичних процесів: навч. посібник для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. У 2-х ч.: Ч. 2 / В.Г. Павловський, Г.І. Павловський. – Харків : НТУ «ХП», 2003. – 336 с.

2. Пеньков В. І. Технічна термодинаміка : навч. посібник / В. І. Пеньков. – Рівне : НУВГП, 2010. – 209 с.

3. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка, К.: Вища школа, 2001.

4. Б.Х. Драганов та ін. Теплотехніка, К., 2005.

5. Збірник задач з технічної термодинаміки та теплообміну : навчальний посібник для виш.техн.навч.закл./С.М.Константинов; НТУ КПП.-К.:Освіта України,2009.-543.

### **2. Тепломасообмін.**

1. Константинов С.М., Панов Є.М. Теоретичні основи теплотехніки: Підручник. – К.: «Золоті ворота», 2012. – 592 с.

2. Константинов С.М. Тепломасообмін: Підручник. – К.:ВПІ ВПК «Політехніка»: Інрес, 2005. – 304 с.

3. Чепурний М.М. Тепломасообмін в прикладах і задачах: навчальний посібник/М.М. Чепурний, Н.В. Резидент.– Вінниця:ВНТУ:, 2011.– 128 с.

4. Лабай В. Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ. – Львів: Тріада Плюс, 1998. - 260 с.

5. Збірник задач з технічної термодинаміки та теплообміну : навчальний посібник для виш.техн.навч.закл./С.М.Константинов; НТУ КПП.-К.:Освіта України,2009.-543.

6. Тепло- та масообмін [Текст]: текст лекцій / Р.Г.Акмен.-Харків: НТУ «ХП»,2009.

### **3. Теплотехнічні процеси та установки промислових підприємств.**

1. Б.Х. Драганов, А.А. Долінський, А.В. Міщенко, Є.М. Письменний. Теплотехніка: Підручник – Київ: «ІНКІОС», 2005. –504 с.

2. Теплотехнічні установки, системи, обладнання: навч. посібник: в 3-х ч. /Під ред. проф. Б.О. Левченко.. – Х.: НТУ «ХП», 2012. – 752 с.

3. Мінаковський В.М. Теплотехнологічні процеси та установки: посіб. /В.М. Мінаковський. – К.: НТУУ «КПІ», 2019. – 128 с

4. Календер'ян В. О., Бошкова І. Л. Збірник задач по тепломасообмінним апаратам. Навчальний посібник для Вузів. - Одеса: ОДАХ, 2010.- 142 с.

5. Теплотехнологічні процеси та установки. Задачі та приклади розрахунків: навчальний посібник / Долгополов І.С., Тучин В.Т., Садовой О.В., Кошлак Г.В.- Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2013 -149 с.

### **4. Системи виробництва та розподілу енергоносіїв.**

1. Бондаренко Г. А., Кирик Г. В. Компресорні станції / Г. А. Бондаренко, Г. В. Кирик. Підручник. — Суми: СумДУ, 2016. — 385 с.

2. Літвінов О. С. Фактори енергоемності продукції промислового підприємства / Літвінов О. С. – Одеса, 2006. – 242 с.

3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року // Інформаційно-аналітичний бюлетень. Відомості Міністерства палива та енергетики України. Спеціальний випуск. – Київ, 2012. – 118 с.

4. Губинський В.І. Металургійні печі. Дніпропетровск. – 2006. – 85с.

5. Будник А.Ф. Типове обладнання термічних цехів та дільниць: Навчальний посібник. –Суми: Вид-во СумДУ, 2008. - 212 с.

### **5. Котельні установки.**

1. Степанов Д.В. Котельні установки промислових підприємств: навч. посібник/ Д. В. Степанов, Є.С. Корженко, Л.А. Боднар.– Вінниця: ВНТУ, 2011. - 120 с.
2. Волощук, В.А., Денісов А.К., Трофимчук І.П. Котельні установки промислових підприємств: навч. посіб. / В.А. Волощук, А.К. Денісов, І.П. Трофимчук. – Рівне: НУВГП, 2013. – 227 с.
3. Чепурний М. М. Теплові розрахунки парогенераторів / Чепурний М. М., Степанов Д. В., Корженко Є. С. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 154 с.
4. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. **Пізнання й досвід - шлях до сучасної енергетики** / Є. Т. Базеєв, Г. Б. Варламов, І. А. Вольчин [та ін.] ; наук. ред. Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал, С. В. Дубовської. - Київ : Б.в., 2013. - 328 с.
5. Резидент, Н. В. Експлуатація промислового теплоенергетичного устаткування : навчальний посібник / Резидент Н. В., Ткаченко С. Й., Чепурний, М. М. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 101 с.

# КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І

## ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань.

Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибоке знання</b> навчального матеріалу, що міститься в <b>літературних джерелах</b>;</li> <li>– <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>– <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно-послідовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b></p>
82–89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b></p>
75–81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати практичні задачі</b></li> </ul>	<p>– <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для розв'язування <b>складних практичних задач</b></p>
64–74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати прості практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>невміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– <b>невміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, – вміння розв'язувати найпростіші <b>практичні задачі</b>	– незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу; – невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку; – невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b>
35–59	FX	Незадовільно	–	– незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b>
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	– повна <b>відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – незнання основних фундаментальних положень; – невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних задач</b>

*Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра на основі молодшого спеціаліста та магістра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2023 році.*

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.  
Протокол № 8 від 25 березня 2025 р.

Голова вченої ради Е інституту  
Голова фахової атестаційної комісії

Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМА**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною  
пропозицією:

**Електроніка**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

Харків 2025

## ЗМІСТ

Анотація .....	3
Зміст програми .....	3
Теорія електронних кіл .....	13
Основи наноелектроніки .....	14
Твердотільна електроніка .....	14
Програмування .....	15
Аналогова та цифрова електроніка .....	16
Мікропроцесорна техніка .....	17
Анатомія і фізіологія .....	17
Реєстрація, передача і обробка інформації .....	18
Фізіотерапевтичні апарати і діагностичні прилади .....	19
Імовірнісні основи обробки даних .....	20
Критерії оцінювання .....	22

# ЕЛЕКТРОНІКА

## АНОТАЦІЯ

**Програма фахового вступного випробування** є основою для підготовки та складання іспиту для навчання за освітньо-професійною програмою «магістр» зі спеціальності G5 – «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка».

**Програма фахового вступного випробування** містить питання бакалаврської підготовки у відповідності до навчального плану підготовки бакалаврів з даної спеціальності. Іспит проводиться в усній формі або у формі комплексної контрольної роботи. Екзаменаційний білет містить як теоретичні, так і практичні завдання. Загальна оцінка за іспит є інтегрованою.

**Програма підготовки** базується на дисциплінах, що об'єднані у блоки: «Теорія електронних кіл», «Основи наноелектроніки», «Твердотільна електроніка», «Програмування», «Аналогова і цифрова схемотехніка», «Мікропроцесорна техніка», «Анатомія і фізіологія», «Реєстрація, передача та обробка інформації», «Фізіотерапевтичні апарати та діагностичні прилади», «Технологічні основи електроніки», «Електроніка дефектів в напівпровідникових матеріалах», «Фізичні методи дослідження напівпровідникових матеріалів», «Імовірнісні основи обробки даних».

### **Особи, що складають іспит повинні:**

**знати:** основи електроніки; особливості кристалічної, енергетичної структури та фізичних властивостей напівпровідників і діелектриків, а також, методи вимірювання цих властивостей; основні фізико-хімічні явища та процеси, які покладено в основу виробництва напівпровідникових та діелектричних матеріалів; фізичні принципи роботи наноелектронних приладів; основні біофізичні процеси і явища, що відбуваються в тілі людини; можливості сучасної елементної бази електронного приладобудування; структурне схемотехнічне вирішення типових вузлів та пристроїв електронних апаратів з використанням мікроелектронної бази (аналогових, цифрових мікросхем та мікроконтролерів), а також датчиків інформації різноманітної природи, джерел живлення; основні знаряддя, які необхідні для моделювання і автоматизації виробництва; суть системного підходу при створенні електронних апаратів, функціональної та структурної побудови, експлуатації біологічних та медичних електронних приладів і систем;

**вміти:** проводити аналіз основних фізичних процесів в електронних апаратах; аналізувати функціональні електричні схеми різних пристроїв; проводити розрахунки для оцінки правильності вибору елементів; розрахувати параметри та характеристики пристроїв; проводити експериментальне визначення параметрів та характеристик елементів та пристроїв; проводити розрахунки окремих вузлів біомедичних приладів і систем; обґрунтувати застосування вибраних матеріалів для даної конструкції; створювати програмно-математичне забезпечення для систем з мікроконтролерним керуванням, обслуговувати і експлуатувати технологічне обладнання для виготовлення виробів мікро- та наноелектроніки, здійснювати організацію, контроль та супроводження технологічних процесів електронного виробництва.

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

### **1 Теорія електронних кіл.**

Основні елементи та властивості електричних кіл. Електричні кола постійного та синусоїдального струму. Трифазні електричні кола синусоїдального струму. Магнітні кола. Трансформатори. Електричні машини. Електричні вимірювання. Електровакуумні прилади та прилади візуального відображення інформації. Підсилювачі електричних сигналів. Електричні кола зворотного зв'язку. Генератори електричних коливань. Цифрова електроніка. Джерела вторинного електроживлення електронних приладів.

### **Рекомендована література**

1.Осадчук О. В. Теорія електричних кіл і сигналів. Частина 1 : навчальний посібник / О. В. Осадчук, О. С. Звягін. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 152 с.

2.Основи теорії електричних кіл [Текст] : Підручник. У 3 кн. Кн.2 / Гумен М.Б., Гуржій А.М., Співак В.М. ; За ред. М.Б.Гумена. – Київ : Вища школа, 2003. – 358 с.

3.Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посібник / В.С. Маляр. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 312 с.

4.Мількевич Є. О., Максютя Д. В., Карлов В. Д. Основи теорії кіл. Аналіз лінійних та нелінійних кіл в перехідному та усталеному режимі: Навчальний посібник. – Харків: ХУПС, 2005, Ч. 2. – 268 с.

5.Теорія електричних кіл та сигналів. Основи розрахунку електричних кіл : конспект лекцій / укладачі: О. М. Кобяков, І. Є. Бражник. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 168с.

6.Байдак Ю. В. Основи теорії кіл: навчальний посібник / Ю.В. Байдак. – Київ : Вища школа. : Слово, 2009. – 274 с.

7.Основи теорії електротехніки: підручник / Ю. Я. Бобало, Б. А. Мандзій, П. Г. Стахів, Л. Д. Писаренко, Ю. І. Якіменко ; за ред. Ю. Я. Бобала. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 332с.

8.Коруд В. І., Гамола О. Є., Малинівський С. М. Електротехніка. Підручник. – Львів: Магнолія плюс, СПД ФО В. М. Піча, 2005. – 447с.

9.Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи за темою "Розрахунок

перехідних процесів в лінійних електричних колах" : з дисциплін "Теоретичні основи електротехніки", "Теорія електричних та магнітних кіл", "Теорія електромагнітних кіл", "Теорія електричних кіл та сигналів", "Теорія електромагнітних кіл" : для студентів спец. 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка", 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології", 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка", 171 "Електроніка", 172 "Телекомунікації та радіотехніка" / уклад.: М. М. Резинкіна [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Мадрид, 2021. – 56 с.

10. Воробкевич, А. Ю. Збірник задач з теоретичних основ електротехніки / А.Ю. Воробкевич, О. І. Шегедин, В. С. Маляр, Р. Я. Совин. – К.: Магнолія Плюс, 2004. – 224 с.

11. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів за темою "Операторний метод при розрахунках перехідних процесів в лінійних електричних колах" з дисциплін "Теоретичні основи електротехніки", "Теорія електричних та магнітних кіл", "Теорія електромагнітних кіл", "Теорія електричних кіл та сигналів", "Теорія електричних кіл" [Електронний ресурс] : для студентів електротехн. та комп. спец. / уклад.: Б. І. Кубрик, С. А. Литвиненко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2022. – 32 с.

12. Коваль Ю.О., Гринченко Л.В., Милютченко І.О., Рибін О.І. Основи теорії кіл: Підручник для студентів ВНЗ. Ч. 1. Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2004. 436 с

## **2 Твердотільна електроніка**

Статистика рівноважних носіїв у напівпровідниках. Леговані напівпровідники. Залежність концентрації носіїв заряду від температури в легованих напівпровідниках. Кінетичне рівняння Больцмана. Рівняння неперервності. Парціальні струми електронів і дірок. Контакт метал-напівпровідник та р-п перехід, основні теоретичні співвідношення. Розподіл електричного потенціалу на контакті метал-напівпровідник з шарами збіднення і збагачення. Діаграми контактів. Гетеропереходи. Діаграми гетеропереходів.

Фізичні процеси в р-п-переході з різними концентраціями домішок. Регулювання параметрів р-п-переходу. Основні рівняння для опису процесів в р-п-переході. Несиметричний р-п-перехід. Емітер. База. Пряме зміщення р-п-переходу. Гранична нерівноважна концентрація неосновних зарядів. Інжекція. Рівні інжекції. Зворотне зміщення р-п-переходу. Екстракція.

Пряма гілка ВАХ ідеалізованого діода. Пряма гілка ВАХ реального діода. Тепловий, лавинний та тунельний пробій переходів у діодах. Побудова р-п-переходу на основі металів і напівпровідників. Робота виходу носіїв заряду. Діоди Шоттки. Використання лінійних ділянок ВАХ. Застосування стабілітронів і стабісторів в електронних схемах. Однополуперіодний випрямляч при роботі з ємнісним фільтром. Мостова схема випрямляча. Основні розрахункові вирази. Структура і основні режими роботи біполярного транзистора. Фізичні процеси в біполярному транзисторі. Сімейство вхідних і вихідних характеристик біполярних

транзисторів. Характеристики зворотного зв'язку за напругою і передачі струму. Основні технічні параметри. Основні режими роботи біполярного транзистора. Гранично допустимі режими і параметри біполярного транзистора. Розрахунок робочого режиму транзистора. Різновиди класів підсилювальних каскадів: А, В, АВ, С, D. Схеми побудови каскадів. Вплив температури на фізичні процеси в біполярному транзисторі.

Структура і основні режими роботи польового транзистора з керуючим *p-n*-переходом. Фізичні процеси в польовому транзисторі. Основні параметри польових транзисторів. Статичні характеристики польових транзисторів. Структура і основні режими роботи польових транзисторів з ізольованим затвором і вбудованим каналом. Структура і основні режими роботи польових транзисторів з індукованим (інверсійним) каналом. Паразитні структури в польових транзисторах з ізольованим затвором. Побудова структури і основні режими роботи біполярних транзисторів з ізольованим затвором IGBT. Основні параметри і характеристики IGBT.

Структура і основні режими диністорів. Фізичні процеси в диністорі. Вольт-амперна характеристика диністорів. Структура і основні режими тиристорів. Фізичні процеси в тиристорах. Вольт-амперна характеристика тиристора. Основні параметри. Симетричні тиристри. Структура і основні режими роботи GTO тиристорів. Фізичні процеси в GTO тиристорах. Вольт-амперна характеристика GTO тиристора. Фотоелектричні прилади на основі зовнішнього фото ефекту. Фотоелектронні прилади на основі внутрішнього фото ефекту. Фотоелементи. Схема включення і характеристики фоторезисторів. Фотодіодна і фотогальванічна схема включення фотодіодів, їх характеристики. Схема включення і характеристики фототранзисторів і фототиристорів. Основні принципи побудови світловипромінюючих діодів. Створення складних світлодіодів (білі світлодіоди). Параметри і характеристики світлодіодів. Фізичні основи вакуумної електроніки. Двоелектродні вакуумні прилади. Вакуумні прилади з сітками. Застосуванням вакуумних мікроелектронних виробів у сучасних приладах. Вакуумні прилади для надвисоких частот. Рентгенівські апарати. Прилади плазмової електроніки. Електронно-променеві прилади.

#### ***Рекомендована література***

1. Борисов О.В., Якименко Ю.І. Твердотільна електроніка: Підручник. – К.: НТУУ "КПІ", 2015. – 484 с
2. Фізичні основи електронної техніки. Під ред.. Готри З.Ю. Львів, Ліга-Прес, 2004, 840с.
3. Фізичні основи електроніки: курс лекцій]: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: К.С. Дрозденко, – Електронні текстові данні (1 файл: 8,58 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 153 с.
4. Болюх В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. – Харків: НТУ "ХПІ", 2011. – 257 с.
5. Щупляк Н. М. Основи електроніки і мікроелектроніки. – Дрогобич: Бескид БІТ, 2014. – 443 с.
6. Царенко О.М. Основи фізики напівпровідників і напівпровідникових приладів: навчальний посібник . – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – 243 с.

### **3 Програмування**

Структура програми. Підключення файлів, тіло основної програми. Імена перемінних у мові С. Основні типи даних. Формат числових констант. Шістнадцятковий, десятковий записи. Символьні й рядкові константи. Основні арифметичні і логічні операції, що використовуються при розрахунку виразів. Операції збільшення й зменшення. Побітові логічні операції. Операції та вираження присвоювання. Формат команди зміни власного значення змінної.

Формат виклику функції. Область дії змінних. Аргументи функцій. Спеціальні специфікації змінних: статичні, реєстрові. Відмінність зовнішніх і внутрішніх змінних.

Форматний виводу – функція printf. Порядок виклику, основні символи перетворень. Форматний ввід - функція scanf. Перетворення типів. Формат команди if-else і if-else-if. Перемикач. Формат команди. Особливості роботи. Цикли While і for. Формат запуску,

особливості роботи. Оператори передачі керування. Области застосування.

Робота з масивами й структурами даних. Формат опису перемінних і організація доступу до значень елементів. Робота з файлами. Функції роботи з файлом. Типові рішення. Динамічні списки. Різновиди списків. Організація списку. Команди компілятора. Включення файлів. Макропідстановка. Додаткові специфікатор типів. Специфікатори типів. Ключові слова. Додаткові інструменти мови Сі. Правила оформлення алгоритмів. Вставка асемблерної частини.

Методи відокремлення коренів нелінійного рівняння. Методи уточнення коренів нелінійних рівнянь. Метод дихотомії. Метод хорд. Метод дотичних, комбінований метод хорд і дотичних.

Метод простих ітерацій. Різновиди методів розв'язку систем алгебраїчних лінійних рівнянь. Метод Крамера. Ітераційні методи розв'язку систем алгебраїчних лінійних рівнянь. Метод Якобі. Метод Гауса-Зейделя.

Чисельне диференціювання. Метод Ейлера. Виправлений метод Ейлера. Модифікований метод Ейлера. Метод Рунге-Кутти.

Чисельне інтегрування. Методи лівих та правих прямокутників. Метод трапецій. Метод Сімпсона.

Апроксимація експериментальних даних. Метод найменших квадратів. Спектральний аналіз табличних даних. Дискретне перетворення Фур'є. Інтерполяція з рівновіддаленими вузлами. Формули Ньютона для початку та кінця таблиці. Інтерполяція з нерівновіддаленими вузлами. Зворотна інтерполяція. Оптимізація функцій. Методи оптимізації. Основи теорії похибок вимірювань. Класифікація та розрахунок похибок.

#### ***Рекомендована література***

1. С++. Основи програмування. Теорія та практика : підручник/ [О.Г. Трофименко, Ю.В. Прокоп, І.Г. Швайко, Л.М. Буката та ін.] ; за ред.О.Г.Трофименко. – Одеса: Фенікс, 2010. – 544 с.

2. Браян В. Керніган, Деніс М. Річі. Мова програмування С, друге видання (The C Programming Language) з англ., 2012 – 232с.

3. The C Programming Language Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. Verlag: Pearson Education 1988-04-01, Englewood Cliffs, N.J. (1988) – 274 p

4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Інформатика» Частина 1 / Укладачі: Король Є. І., Вержановська М. Р. – Харків: НТУ «ХПІ», 2015. – 48 с.

5. Методичні вказівки до лабораторних робіт та розрахунково-графічного завдання з дисципліни «Інформатика», Частина 2 / Укладачі: Король Є. І., Вержановська М. Р., Махонін М. В. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – 68 с.

6. King, K. N. C Programming: A Modern Approach (2nd ed.). Verlag: W W NORTON & CO Apr 2008 – 464 p.

7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Персональні комп'ютери» для студентів спеціальностей 7.090803 «Електронні системи» і 7.090804 «Фізична і біомедична електроніка». Операційні системи./ Уклад. Домнін І. Ф., Вержановська М. Р., Прокопенко В. Ю., Єресько О. В. – Харків: – НТУ «ХПІ», 2005. – 52 с.

#### **4 Аналогова та цифрова електроніка**

Класифікація підсилювальних пристроїв, їх основні показники та характеристики. Проходження електричних сигналів через лінійні ланцюги. Фільтри нижніх і верхніх частот, смуговий та загороджувальний фільтри, їхні основні характеристики.

Однокаскадні транзисторні підсилювачі. Підсилювальні каскади на біполярному транзисторі з загальним емітером, із загальною базою, із загальним колектором. Схема підсилювача на польовому транзисторі з загальним джерелом.

Побудова потужних підсилювальних каскадів. Двотактні підсилювачі потужності на основі емітерного повторювача і на основі включення транзистора за схемою з загальним емітером. Двотактний трансформаторна схема підсилювача потужності. Основні типи міжкаскадних зв'язків схем підсилювачів. Визначення сумарного коефіцієнта підсилення.

Особливості посилення повільно змінного сигналів. Причини виникнення дрейфу нуля.

Диференціальний каскад. Стабілізація режиму спокою. Основні параметри диференціального каскаду.

Операційний підсилювач. Основні поняття, умовна позначка, передатна характеристика. Структурна та принципова схеми операційного підсилювача. Параметри операційного підсилювача.

Найпростіші схеми підсилювачів повільно змінних сигналів: інвертуючий та неінвертуючий підсилювачі. Їх передатні характеристики й основні відмінності.

Сумуючі схеми. Інвертуючий суматор і схема підсумовування-вирахування. Різницевий підсилювач. Умови балансу коефіцієнтів підсилення.

Схеми інтеграторів та диференціаторів. Основні розрахункові вираження, необхідність уведення коригувальних ланок. Підсумовуючі схеми інтеграторів та диференціаторів.

Спеціалізовані схеми: піковий детектор, функціональний перетворювач, детектор діючого значення. Гіратор.

Активні фільтри на операційних підсилювачах. основні розрахункові вираження. Характеристики фільтрів Чебишева та Баттерворта. Однокаскадні фільтри другого порядку.

Імпульсні схеми на операційних підсилювачах. Інвертуючий та неінвертуючий тригера Шмідта. Побудова на їх основі мультівібратора і одновібратора.

Стабілізатори напруги. Відмінності компенсаційного і параметричного стабілізатора. Використання операційного підсилювача для стабілізації напруги.

Імпульсні електричні сигнали, їх параметри і кодування. Алгебра логіки. Логічні функції, їх мінімізація та схемна реалізація. Базові компоненти цифрової схемотехніки. Комбінаційні функціональні вузли. Програмовані логічні матриці. Послідовні функціональні вузли. Схемні варіанти тригерів. Асинхронні та синхронні двійкові лічильники. Регістри. Абстрактні цифрові автомати, методи їх задання. Мультівібратори. Формувачі коротких імпульсів.

#### ***Рекомендована література***

1. В.М. Приходько Комп'ютерна електроніка. Ч. 1. Аналогова схемотехніка: Навч. посібник. За ред. Приходька В. М. — Д.: ДонІЗТ, 2008. — 198 с.
2. В.Б. Дудикевич, Г.В. Кеньо, І.В. Петрович. Електроніка та мікросхемотехніка. Частина II: Аналогова схемотехніка (Серія “Дистанційне навчання”. № 53). Навчальний посібник. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. - 224 с.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Аналогова схемотехніка» для студентів спеціальностей «Електронні системи» і «Фізична та біомедична електроніка» /Уклад. Є.І. Король, О.А. Бутова - Харків: НТУ «ХПІ», 2011. - 40 с. Укр. мов.
4. Андронік Буняк. Електроніка та мікросхемотехніка: навчальний посібник для вищих учбових закладів. - Київ - Тернопіль: 2001. - 382 с.
5. Аналогова схемотехніка / Л.П. Медяний – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 177 с.
6. Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков Електроніка і мікро схемотехніка: Підручник. 2-е вид./ за ред.. А.Г.Соскова. – К.: Каравела, 2009. – 416с.
7. О. М. Воробйова, В. Д. Іванченко. Основи схемотехніки: підручник. – [2-е вид.]. – Одеса: Фенікс, 2009. – 388 с.
8. Оброблення сигналів на базі операційних підсилювачів. Схемотехніка. Розрахунки: Навч. посіб. / Сергій Олексійович Седов. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 132 с.: іл.
9. С Walt Kester ANALOG-DIGITAL CONVERSION, - Analog Devices, Inc., 2004.
10. Jung, Water G. Op Amp applications handbook / by Walt Jung., - Elsevier, 2004, - 895p.
11. Charles Kitchin and Lew Counts A DESIGNER'S GUIDE TO INSTRUMENTATION AMPLIFIERS, 2ND Edition, - Analog Devices, Inc., 2004. – 108p.
12. David Harris, Sarah L. Harris. Digital Design and Computer Architecture 2nd Edition. Publisher : Morgan Kaufmann; 2nd edition (August 7, 2012) p. 720.
13. Цифрова схемотехніка [Текст] : навч. посібник / В. М. Рябенський, В. Я. Жуйков, В. Д. Гулий. - Львів : Новий світ-2000, 2020. - 736 с. - (Вища освіта в Україні). - ISBN 978-966-418-067-
14. Елементи цифрової електроніки в електротехнічних пристроях [Текст] : навч.

посібник / Р. П. Мигущенко, О. Ю. Кропачек ; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. - Харків : НТУ "ХПІ", 2013. - 256 с. - ISBN 978-617-05-0067-0

15. Daniel A. Steck, Analog and Digital Electronics, available online at <http://steck.us/teaching> (revision 0.2.0, 28 March 2017).

16. Malvino, Albert Paul. Digital computer electronics / Albert Paul Malvino, Jerald A. Brown – 3rd ed. 527 p. Includes index : Imprint 1999.

## **5 Мікропроцесорна техніка**

Принципи побудови мікропроцесорних систем. Шини та організація шин мікропроцесорних систем. Архітектура 8-розрядного мікропроцесора. Тактування мікропроцесорних систем. Основний цикл роботи мікропроцесора. Словостановище як засіб керування мікропроцесорною системою. Тимчасові діаграми роботи процесора при різних машинних циклах. Тимчасові діаграми циклу виконання команди. Особливості архітектури 16-розрядного мікропроцесора. Класифікація команд мікропроцесора. Особливості програмування мовою Асемблера.

Класифікація систем пам'яті в мікропроцесорних системах. Принципи побудови систем пам'яті. Основні параметри елемента пам'яті. Вхідні та вихідні сигнали мікросхем пам'яті. Класифікація напівпровідникових запам'ятовувальних пристроїв (ЗП). Принципи побудови модулів постійних ЗП (ПЗП). Мікросхеми ПЗП. Принципи побудови модулів операційних ЗП (ОЗП). Принципи побудови кеш-пам'яті. Принципи побудови стекової пам'яті.

Принципи побудови пристроїв введення-виведення. Програмно-керована передача даних. Організація обміну інформацією з використанням системи пріоритетного переривання. Організація каналу прямого доступу в пам'ять.

Основні тенденції розвитку мікропроцесорних систем керування пристроями інформаційної електроніки. Час рішення завдання при керуванні в реальному масштабі часу. Завдання, розв'язувані при роботі в реальному масштабі часу. Пристрої для зв'язку з користувачем. Пристрої зв'язку з об'єктами управління. Введення і обробка аналогової інформації: АЦП та ЦАП. Підвищення швидкодії при зборі інформації. Інтерфейси мікропроцесорних систем. Допоміжні інтерфейси і шини (I2C, SPI, JTAG).

Однокристалні мікропроконтролери. Узагальнена модель одно кристального мікроконтролера. Типи процесорних ядер. Мікроконтролери для управління сем'ї MCS-51 фірми Intel. Структурна схема МК 8051. Регістри спеціальних функцій. Особливості роботи системи переривання та регістрів стану. Функціональні можливості таймера та портів. Периферійні пристрої. Введення інформації та виведення керуючих сигналів із МК.

Класифікація сучасних мікроконтролерів. Основні особливості архітектури 8-ми, 16-ти, 32-ох бітних і DSP мікроконтролерів. Середовища розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів (IDE). Стандартні бібліотеки для роботи з мікроконтролерами. Функції відлагоджування програм.

Мікроконтролери серії STM32 фірми STMicroelectronics. Сімейство мікроконтролерів Main stream, High performance, Ultra-low-power. Відлагоджувальні модулі Discovery і Nucleo. Система живлення і тактування мікроконтролера серії STM32. Основні електричні характеристики. Режими низького енергоспоживання: SLEEP, STOP, STANDBY.

Структура портів вводу/виводу мікроконтролера серії STM32. Основні електричні характеристики. Функції для роботи з портами вводу/виводу. Контролер вкладених векторів переривання та обробка зовнішніх переривань. Таймери мікроконтролера серії STM32. Тактування і керування роботою таймера. Генерація сигналів спів падання і формування широтно-імпульсної модуляції. Режим захвату вмісту лічильника таймера по зовнішньому сигналу. Основні функції для роботи з таймерами. Аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі мікроконтролера серії STM32. Основні характеристики і режими роботи. Канали АЦП регулярного і інжектіваних перетворень. Використання АЦП в якості аналогового сторожового таймеру. Основні функції для роботи з АЦП і ЦАП. Основні інтерфейси зв'язку мікроконтролера серії STM32. Основні характеристики і режими роботи. Модуль прямого доступу до пам'яті мікроконтролера серії STM32. Основні характеристики і режими роботи. Передача масивів даних між периферійними пристроями і оперативною пам'яттю.

Побудова систем відображення інформації на базі мікроконтролера серії STM32. Побудова систем керування на базі мікроконтролера серії STM32. Методи обробки сигналів з кнопок, змінних резисторів, еncoderів, джойстиків, сенсорних панелей. Побудова систем формування імпульсних послідовностей на базі мікроконтролера серії STM32. Побудова систем реєстрації аналогових сигналів на базі мікроконтролера серії STM32. Багатоканальна вимірвальна система. Використання попередньої обробки сигналів. Побудова комунікаційної системи на базі мікроконтролера серії STM32. Робота з датчиками, що мають цифровий інтерфейс зв'язку. Обмін даними між мікроконтролерними системами. Передача даних на персональний комп'ютер. Вибір і обґрунтування використання мікроконтролера на підставі задач, що вирішуються.

#### ***Рекомендована література***

1. Мікропроцесорна техніка [Текст] : підручник / Ю. І. Якименко [та ін.] ; ред. Т. О. Терещенко. - Харків : НТУ "ХПІ", 2003. - 440 с. : іл.
2. Спеціалізовані мікроконтролерні системи. Теорія і практика [Текст] : підручник / Є. І. Сокол [та ін.] ; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. - Харків : НТУ "ХПІ", 2007. - 252 с.
3. Проектування мікропроцесорних систем: навчальний посібник / С. М. Цирульник, Г. Л. Лисенко. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 201 с.
4. The 8051 Microcontroller and Embedded Systems: Using Assembly and C
5. Mazidi, Mazidi and McKinlay
6. Microcontroller projects in C for the 8051 Dogan Ibrahim

#### **6 Анатомія і фізіологія**

Анатомічна будова клітини, тканин організму людини.

Апарат руху й опори. Осьовий скелет. Будова скелету людини. Додатковий скелет. Кістки верхньої та нижньої кінцівки. Суглоби кінцівок. Види суглобів. М'язи частин тіла. М'язи голови, спини, живота.

Системи крові та кровообігу. Система крові, клітини крові. Система кровообігу. Будова серця. Велике та мале кола кровообігу. Лімфатична система. Лімфатичні судини.

Системи дихання, травлення, сечостатева система, шкіра. Дихальна система. Будова бронхіального дерева. Травна система. Травний канал, великі травні залози. Сечостатева система. Сечові органи, статеві органи. Шкіра. Похідні шкіри.

Ендокринні залози, нервова система і органи почуттів. Ендокринна система. Ендокринні залози. Будова та функції нервової системи. Центральна, периферична та вегетативна нервова система. Органи почуттів. Орган зору.

Природа виникнення біоелектричних потенціалів. Потенціал спокою. Потенціал дії. Міоневральний синапс.

Фізіологія серцево-судинної системи. Фізіологія крові. Склад, кількість, фізико-хімічні властивості крові. Система кровообігу. Провідна система серця. Серце як насос. Нейрон-гуморальна регуляція. Діяльність серця.

Фізіологія органів дихання. Вентиляція легенів. Фази дихання. Газообмін в легенях і тканинах. Газообмін в тканинах. Регуляція дихання. Дихання в умовах зміненого атмосферного тиску. Фізіологія органів травлення та сечостатевих органів.

Моторика шлунково-кишкового тракту. Рефлекторне виділення шлункового соку. Методи дослідження. Обмін речовин. Терморегуляція. Основний і енергетичний обмін. Обмін білків, жирів і вуглеводів. Вітаміни. Механізм сечовиділення. Кількість і склад сечі.

Фізіологія центральної нервової системи. Залози внутрішньої секреції. Регуляція діяльності залоз внутрішньої секреції. Гормони. Методи дослідження. Фізіологія центральної нервової системи. Фізіологія центральної, периферичної та вегетативної нервової системи. Методи дослідження. Органи почуттів та їх призначення. Сприймання світлових подразнень. Передача звукових коливань.

#### ***Рекомендована література***

1. Анатомія людини: підручник / І.Я Коцан, В.О. Гринчук, В.Х. Велемець та ін. – Луцьк: Волин. НУ імені Лесі Українки, 2010. – 890 с.

2. Коляденко Г.І. Анатомія людини: підручник / Г.І. Коляденко. – 5-те вид. – Київ: Либідь, 2009. – 384 с.
3. Біофізика і біомеханіка: підруч. / В.С. Антонюк, М.О. Бондаренко, В.А. Ващенко та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 344 с.
4. Костюк П.Г. Біофізика: підруч. [для студ. біолог., медичних та фізичних факультетів] / під ред. П.Г. Костюка. – К.: Обереги, 2001. – 544 с.
5. Основи анатомії і фізіології людини [Текст]: навч. посібник / М.А. Лісова. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 256 с.
6. Абакумов В.Г. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг / В.Г. Абакумов, О.І. Рибін, Й. Сватош. – К.: Нора-прінт, 2001. – 516 с.
7. Чалий О.В. Медична і біологічна фізика: підруч. [для студ. вищ. мед. закл. освіти III–IV рівнів акредитації] / під ред. О.В. Чалого. – К.: ВПОЛ, 2001. – Т.2. – 415 с.
8. Функціональна анатомія : підручник / за ред. проф. Федонюка Я.І., проф. Мицкана Б.М. Тернопіль : Навчальна книга-Богдан, 2007. – 541 с.

### **7 Реєстрація, передача і обробка інформації**

Вимірювальний перетворювач. Інформаційний сигнал. Інформаційний параметр сигналу. Статичні характеристики вимірювальних перетворювачів. Коефіцієнт та функція перетворення. Чутливість та поріг чутливості. Способи зниження похибки. Вибір датчика за статичними характеристиками. Динамічні характеристики вимірювальних перетворювачів. Передаточна характеристика. Динамічні похибки. Вибір датчика за динамічними характеристиками.

Датчики електромагнітних величин в електронній медичній апаратурі. Датчики як невід’ємна частина електронного пристрою. Визначення датчика. Гальванічна розв’язка. Узгодження рівнів для підключення до АЦП. Аналогові та цифрові датчики.

Резистивні датчики напруги. Принцип дії. Характеристики та область застосування. Джерела похибок та технічні способи їх усунення. Компенсований дільник напруги. Резистивні датчики струму. Стандартні шунти. Принцип дії. Характеристики та область застосування. Температурна компенсація.

Електромагнітні датчики. Вимірювальні трансформатори струму. Принцип дії. Характеристики та область застосування. Особливості конструктивного виконання. Джерела похибок та технічні способи їх усунення. Гальваномагнітні датчики струму. Гальваномагнітні ефекти. Датчики струму на ефекті Холла. Принцип дії. Характеристики та область застосування. Особливості конструктивного виконання. Джерела похибок та технічні способи їх усунення. Фотоелектричні датчики. Оптична пара. Датчики струму та напруги з використанням оптичної пари. Принцип дії. Характеристики та область застосування. Спеціальні ІМС датчиків електромагнітних величин. ІМС датчиків з цифровим виходом. Спеціалізовані датчики струму на ефекті Холла. ІМС фотоелектричних датчиків струму та напруги. Датчики з широтно-імпульсною модуляцією вихідного сигналу. Загальні питання теорії інформації. Отримання інформації. Передача інформації на відстань. Обробка інформації, що представлена у вигляді електричних аналогових сигналів. Перетворювачі цифровий код – інформаційний параметр сигналу. Перетворювачі інформаційний параметр – цифровий код.

### **Рекомендована література**

1. J. Fraden. Handbook of Modern Sensors. Physics, Designs, and Applications. Fourth Edition. Springer: New York 2010 663 p.
2. Абакумов В.Г., Рибін О. І., Сватош Й. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг. – Київ: Нора-Прінт. – 2001. – 515 с.
3. Мащенко, Т. Г. Датчики в біотехнічних системах – Х. : НТУ «ХПІ». – 2003. – 224 с.”. – 2003. – 224 с.
4. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. За ред. проф. Є.С.Поліщука. - Львів: «Бескид Біт», 2003 - 544 с.
5. Решетник В.Я. Основи метрології та електричних вимірювань : навчально-методичний посібник для студентів електромеханічного факультету / В. Я. Решетник, С. М.

Бабюк. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – 160 с.с.

6. Ю.І. Колесник, Р.С. Томашевський Електронні пристрої вимірювання та узгодження сигналів/ Текст лекцій – Харків: НТУ «ХПІ»– 2016 – 115 с

7. Razavi, Behzad. Principles of Data Conversion System Design. New York, NY: IEEE Press. 1995.

8. The Data Conversion Handbook, Edited by Walt Kester, Newnes, 2005 НТУ «ХПІ», 2003. – 224 с.

9. Електронні методи і засоби біомедичних вимірювань: навчальний посібник / С.К. Мещанінов, В.М. Співак, А.Т. Орлов . – К.; НТУУ КПІ, 2015. – 211 с.: іл..

10. Конспект лекцій з вивчення дисципліни «Вимірювальні перетворювачі та датчики для медико-технічних систем» для студентів спеціальності 163 - Біомедична інженерія освітня програма Біомедична інженерія / Уклад. Л.Г. Коваль. – Вінниця : ВНТУ, 2020.

11. Biological and Medical Sensor Technologies CRC Press / Published March 29, 2017, Reference - 412 Pages - 186 B/W Illustrations ISBN 9781138073210

## **8 Фізіотерапевтичні апарати і діагностичні прилади**

Класифікація фізіотерапевтичних апаратів. Загальні питання побудови фізіотерапевтичної апаратури. Локальна баротерапія. Лікувальні ефекти, параметри впливу та методики проведення процедур. Імпульсна баротерапія. Гіпобаротерапія й гіпербаротерапія. Особливості впливу. Лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур. Штучна вентиляція легенів. Особливості різновидів впливу. Лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур. Основні положення оксигенотерапії та озонотерапії. Особливості впливу. Лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур. Способи одержання озono-кисневої суміші. Медичний озонатор. Призначення й технічні дані. Конструктивні особливості. Структурна схема й принцип дії. Аерозоль і синглето-киснева терапія. Особливості впливу. Лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур. Способи одержання аерозолів. Апаратне забезпечення фізіотерапевтичної апаратури. Різновиду насосів для перекачування рідин і газів, створення тиску і розрядження. Датчики, що використовуються в електромедичній газовій апаратурі. Основні положення фототерапії. Лазеробезпека, зв'язок глибини проникнення й довжини хвилі. Лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур. Методичне забезпечення фототерапії. Випромінювачі й блоки керування, їх характеристики, структурні схеми. Особливості хромотерапії. Лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур. Особливості гідротерапії. Лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур. Сучасні апарати для гідротерапії. Комбінування гідро- й фототерапевтичного впливу. Особливості вібротерапії. Лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур. Особливості ультразвукової терапії. Лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур.

Загальні питання медичних діагностичних приладів для вимірювання біомедичних сигналів. Електрофізіологічні методи досліджень. Засоби для дослідження параметрів серцево-судинної системи. Засоби та прилади для дослідження параметрів дихальної системи. Методики та прилади для вимірювання температури тіла людини. Біотелеметрія.

### ***Рекомендована література***

1. Попадюха Ю. А. Сучасні комп'ютеризовані комплекси та системи у технологіях фізичної реабілітації : навч. посіб. / Ю. А. Попадюха. – Київ : Центр учб. літ., 2017. – 300 с. – ISBN 978-617-673-666-0.

2. Електронна медична техніка. Розробки кафедри «Промислова і бомедична електроніка» НТУ «ХПІ» / авт.: Є.І. Сокол, А.В. Кіпенський, Є.І. Король та ін. – Харків: Золоті сторінки, 2015. – 264 с.

3. Елементи та пристрої квантової електроніки: навч. посіб. / Ю.І. Колесник, А.В. Кіпенський. – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – 320 с.

4. Яковенко Н.П. Фізіотерапія : підручник / Н.П. Яковенко, В.Б. Самойленко. – 2-е видання., випр. – К. : ВСВ «Медицина», 2018, - 256 с.

5. Попадюха Ю. А. Сучасні комплекси, системи та пристрої реабілітаційних

технологій: навч. посіб. / Ю. А. Попадюха. – Київ : Центр. учб. літ., 2018. – 656 с. – ISBN 978-617-673-734-6.

6. Спеціалізовані мікроконтролерні системи: Теорія і практика: підручник / Є. І. Сокол [та ін.] ; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. – Х.: НТУ «ХП», 2007. – 252 с.

7. Програмування та застосування мікроконтролерів STM32F4Discovery : монографія / В. О. Квашнін, А. В. Бабаш, В. В. Квашнін. – Краматорськ: ЦТPI «Друкарський дім», 2017. – 143 с

8. Федорів Я.-Р. М. Фізіотерапія : навч. посіб. / Я.-Р. М. Федорів [та ін.]. – Львів : Магнолія, 2018. – 542 с. – ISBN 978-617-574-040-8.

## **9 Технологічні основи електроніки**

Технологічний процес, основні поняття. Основа процесів розділу та очищення матеріалів, основні сучасні методи очищення. Одержання кристалів із твердої фази (рекристалізація, перекристалізація). Одержання кристалів із газової фази. Одержання кристалів з рідкої (розплави, розчини) фази. Технологія отримання монокристалів основних елементарних напівпровідникових матеріалів: кремнію, германію. Технологія отримання монокристалів з розкладаючих напівпровідникових сполук. Легування кристалів в процесі вирощення з рідкої фази. Технології одержання трійних напівпровідникових сполук. Поверхні та активовані тверді тіла Дисперсні системи та істинні розчини. Фізико-хімічні особливості розчинів. Електрохімічні процеси. Хімічні і електрохімічні методи підготовки поверхонь. Очищення поверхонь. Хімічне і електрохімічне травлення і полірування поверхонь Спеціальне застосування електрохімічного травлення поверхонь. Хімічні та фізико-хімічні методи виготовлення плівкових матеріалів. Рідиннофазне хімічне осадження металів, напівпровідників та діелектриків. Рідиннофазні фізико-хімічні методи виготовлення твердих плівок. Газофазні та парофазні хімічні методи виготовлення твердих плівок.

### ***Рекомендована література***

1. Колесов С.М., Колесов І.С. Електроматеріалознавство (Електротехнічні матеріали. - К.: «Дельта», 2008. – 516 с.

2. Конструкційні та функціональні матеріали / Бабак В.П., Байса Д.Ф., Різак В.М., Філоненко С.Ф. У двох частинах. – К.: Техніка. – Ч.1, 2003.– 344 с.; ч.2, 2004. – 368 с.

3. Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Воронов С.О., Якименко Ю.І. Фізине матеріалознавство. К.: НТУУ «КП», 2007. – Частина 2. Діелектрики. 392 с.

4. E. Helerea, M. D. Calin. Materials in electrical engineering. Publishing House Transilvania University Brasov. 2015 – 378p.

5. Гурін А.Г., Золотарьов В.М., та ін. Електротехнічні матеріали. Лабораторний практикум для студентів електротехнічних і електроенергетичних спеціальностей. Харків: НТУ «ХП», 2010 – 110 с.

6. ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.

7. ГОСТ 21515-76. Матеріали діелектричні. Терміни та визначення.

8. ГОСТ 22622-77. Матеріали напівпровідникові. Терміни та визначення.

9. ДСТУ 2725-94. Магнітні матеріали. Терміни та визначення.

10. O. Milton. Engineering materials science. 1995 – 827 p.

## **10 Імовірнісні основи обробки даних**

Невідворотність похибок та важливість знання похибок. Оцінка похибок при багаторазових вимірювань. Похибки в прямих вимірюваннях, суми, різниці множення та ділення. Незалежні похибки при додаваннях. Довільна функція однієї змінної. Метод «крок за кроком». Загальна формула для розрахунку похибки при непрямих вимірюваннях. Випадкові та систематичні похибки. Середнє і стандартне відхилення. Стандартне відхилення як похибка одиничного відхилення. Стандартне відхилення від середнього. Гістограми і розподіли, граничний і нормальний розподіл. Стандартне відхилення як 68%-ва довірча границя. Обґрунтування середнього, як найліпшої оцінки. Обґрунтування середнього квадратичного складання. Стандартне відхилення від середнього, коефіцієнт довіри. Проблема відкидання

даних. Методи виключення грубих помилок. Критерій Шовене. Проблема об'єднання результатів різних вимірювань. Зважене середнє. Критерій відповідності  $\chi^2$  («хі-квадрат»). Ступені свободи і приведені значення  $\chi^2$ . Імовірності для  $\chi^2$ . Коефіцієнт лінійної кореляції. Довірчі оцінки коефіцієнта лінійної кореляції. Прямі регресії та їх довірчі оцінки.

#### **Рекомендована література**

1 Amos Lapidot: A Foundation in Digital Communications Second edition Cambridge University Press .- 750 pages

2 Manolakis, Dimitris G. Applied digital signal processing : theory and practice. Cambridge University Press; 1st edition (November 21, 2011).- 1008 pages

3 Foundations of Signal Processing ,3rd ed. Edition by Martin Vetterli, Jelena Kovacevic Vivek K. Goyal Cambridge University Press; 3rd ed. edition (October 20, 2014).- 738 pages

4 Richard Lyons Understanding Digital Signal Processing, Pearson Education(US), 2010. -992 p.

5 Signals and Systems Using MATLAB Luis F. Chaparro and Aydin Akan Third Edition , 2019.- 808 pages

6 Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Формування сигналів та їх перетворення при цифровій обробці» з дисципліни «Цифрова обробка сигналів» для студентів усіх форм навчання за спеціальністю «Електронні системи» / Уклад: Л. В. Фетюхіна, О. А. Бутова ;Харків: НТУ «ХПІ», 2015.

7 Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Вивчення методів аналізу лінійної дискретної системи": з дисципліни "Цифрова обробка сигналів": для студ. всіх форм навчання спец. "Промислова електроніка" та "Біомедична електроніка" / сост.: Л. В. Фетюхіна, О. А. Бутова; Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". - Харків: НТУ "ХПІ", 2017.

8 Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Цифрові фільтри": з дисципліни "Цифрова обробка сигналів": для студ. всіх форм навчання спец. "Промислова електроніка" та "Біомедична електроніка" / сост. Л. В. Фетюхіна, О. А. Бутова; Національний технічний університет "ХПІ

#### **ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ**

##### **1 Теорія електронних кіл**

1. Сформулюйте закон Ома і приведіть відповідне співвідношення. Наведіть співвідношення для розрахунку сумарної ємності для випадків їх паралельного та послідовного з'єднання.

2. Перерахуйте основні параметри синусоїдального струму. Чому рівні середні значення струму і напруги?

3. Якими перевагами володіє трифазне електричне коло? Зобразіть схему включення генератора типу «зірка». Чому рівні фазові і лінійні значення струму і напруги для такого включення?

4. Зобразіть загальний вигляд кривої намагніченості ферромагнітного матеріалу. Охарактеризуйте основні ділянки даної залежності.

5. опишіть принцип роботи електро-магнітного реле.

6. Сформулюйте перше правило Кірхгофа. Наведіть співвідношення для розрахунку сумарного опору для випадків їх паралельного та послідовного з'єднання.

7. Запишіть вираз для синусоїдального струму в синусному вигляді. Чому рівні діючі значення струму і напруги?

8. Зобразіть загальний вигляд петлі гістерезису. Охарактеризуйте основні величини, характерні зазначеної залежності.

9. опишіть принцип роботи однофазного трансформатора.

10. Дайте визначення електричного фільтра. Наведіть класифікацію фільтрів по діапазону частот, що пропускаються.

11. Наведіть класифікацію безперехідних напівпровідникових приладів і приладів з одним p-n переходом.

12. У яких режимах може працювати напівпровідниковий транзистор?

13. Наведіть приклад електричної схеми випрямляча з використанням двох діодів і поясніть принцип його дії.
14. Наведіть приклад електричної схеми ємнісного фільтра і поясніть принцип його дії.
15. Наведіть класифікацію напівпровідникових приладів з одним, з двома і більше p-n переходами.
16. Перерахуйте основні параметри напівпровідникового діода?
17. Зобразіть структуру напівпровідникового тиристора і поясніть принцип його дії.
18. Наведіть приклад електричної схеми випрямляча на основі діодного моста і поясніть принцип його дії.
19. Наведіть приклад електричної схеми індуктивного фільтра і поясніть принцип його дії.

## **2 Основи наноелектроніки**

1. Зв'язок і відмінності квантової і класичної механіки. Принцип невизначеності Гейзенберга.
2. Довжина хвилі де Бройля. Принцип Паулі. Розкрити поняття «квантування енергії» і «квантоворозмірні ефект».
3. Рівняння Шредінгера і загальні властивості його рішення. Хвильова функція. Щільність потоку ймовірності.
4. Розсіювання частинок на потенційної сходиці. Туннелювання. Потенційний бар'єр кінцевої ширини. Проходження електрона через бар'єр і над бар'єром.
5. Квантове обмеження. Частка в прямокутній потенційній ямі.
6. Квазічастинки в твердому тілі. Екситони, плазмони, полярони, магнони.
7. Резонансне тунелювання.
- 8 Модель Кроніга-Пенні про одновимірному русі електрона в періодичному потенціалі.
9. Класифікація напівпровідникових надграток. Властивості і застосування напівпровідникових надграток. Енергетичний спектр свєрхрешеток.
- 10 Балістичний транспорт. Пружне і непружне розсіювання.
- 11 Провідність двовимірному електронного газу (квантовий ефект Холла).
- 12 Екранування електричного поля в 2D-системах. Особливості екранування електричного поля у квантових дротах.
- 13 Наноточки. Нанотрубки.
- 14 Осадження плівок Ленгмюра-Блоджетт.
- 15 Хімічне осадження з газової фази.
- 16 Молекулярно-променева епітаксія.
- 17 Методи формування наноелектронних структур, засновані на використанні скануючих зондів. Атомна інженерія. Локальне окислення металів і напівпровідників. Локальне хімічне осадження з газової фази.
18. Профілювання резистів скануючими зондами. Нанодрук. Пір'яна нанолітографія.
19. Самоорганізація та саморегулюючі процеси. Самозбирання.

## **3 Твердотільна електроніка**

1. Фізичний сенс кінетичного рівняння Больцмана. Записати рівняння неперервності. Записати рівняння для парціальних струмів електронів і дірок з вказівкою всіх позначень і сенсу доданків.
2. Леговані напівпровідники. Залежність концентрації носіїв заряду від температури в легованому напівпровіднику. Зв'язок концентрації носіїв заряду в легованому напівпровіднику з концентрацією у власному напівпровіднику.
3. Як пов'язані концентрації носіїв заряду і хімпотенціали в неvirодженому напівпровіднику і хімпотенціали електронів і дірок в рівновазі? Як співвідноситься рівень легування n- і p- областей p-n переходу з розміром ООЗ в цих областях?
4. Розподіл електричного потенціалу на контактні метал-напівпровідник із шаром збіднення. Діаграма контакту. Контактна різниця потенціалів.
5. Координатний розподіл нерівноважних носіїв заряду в одновимірній моделі переходу. Дайте визначення інжекції та екстракції нерівноважних носіїв заряду.

6. ВАХ р-n переходу з широкою базою при малих і великих рівнях інжекції. Який вигляд приймає ВАХ р-n переходу з довгою базою при надвисоких рівнях інжекції?
7. Види пробою р-n переходу.
8. Утворення р-n переходу. Висота бар'єру. Напишіть рівняння і граничні умови, вирішивши яке, можна розрахувати ширину р-n переходу. Ширина і зарядова ємність переходу. У якому випадку зарядова ємність р-n переходу пропорційна  $U-1/2$ , а в якому  $U-1/3$ ?
9. Чим викликана необхідність зменшувати ширину бази р-n переходу? ВАХ р-n переходу з вузькою базою при малих рівнях інжекції, її відмінність від відповідної ВАХ р-n переходу з широкою базою.
10. ВАХ р-i-n діода і р-n переходу з рекомбінацією і генерацією в шарі об'ємного заряду.
11. Гетеропереходи. З чим пов'язані переваги їх використання для створення випрямляючих переходів. Нарисувати зонну діаграму гетероперехода Si/4H-SiC електронна спорідненість для Si = 4.05 eV, для 4H-SiC = 4.6eV, ширина забороненої зони 1.1 eV для Si і 3.0 eV для 4H-SiC, глибина залягання рівня фермі щодо дна зони провідності -0.5 eV для Si та -1.5 eV для 4H-SiC.
12. Розподіл електричного потенціалу на контакті метал-напівпровідник із шаром збагачення. Діаграма контакту. Фізичний сенс дебаєвського радіусу.
13. Р-n перехід. Структура. Больцманівська рівновага.
14. Несиметричний р-n перехід. Емітер. База.
15. Пряме зміщення р-n переходу. Гранична неравновісна концентрація неосновних зарядів. Інкєкція. Рівні інжекції.
16. Зворотне зміщення р-n переходу. Екстракція.
17. ВАХ ідеалізованого р-n переходу.
18. Пробій р-n переходу. Механізми пробою. Температурна залежність напруги пробою.
19. Бар'єрна ємність. Варікапи.
20. Основні технології виготовлення напівпровідникових діодів.
21. Контакт «метал-напівпровідник». Діоди Шотткі.
22. Стабілітрони и стабістори. Їх використання.
23. Структура і основні режими роботи біполярного транзистора.
24. Основні параметри біполярного транзистора.
25. Фізичні процеси в біполярному транзисторі.
26. Схема включення транзистора із загальним емітером.
27. Статичні характеристики для схеми з загальним емітером.
28. Гранично допустимі параметри біполярного транзистора.
29. Динамічні характеристики біполярного транзистора.
30. Складові біполярні транзистори. Схема Дарлінгтона.
31. Польові транзистори з керуючим р-n-переходом.
32. Схеми включення польових транзисторів.
33. Статичні характеристики польових транзисторів.
34. Польові транзистори з ізольованим затвором.
35. Комбіновані транзистори.

#### 4 Програмування

1. Основні арифметичні і логічні операції, що використовуються при розрахунку виразів.
2. Формат виклику функції. Аргументи функцій.
3. Область дії змінних. Спеціальні специфікації змінних: статичні, регістрові. Відмінність зовнішніх і внутрішніх змінних.
4. Форматний виводу – функція printf. Порядок виклику, основні символи перетворень.
5. Умовні оператори if-else і case. Формат команди.
6. Оператори циклу while і for. Формат запуску, особливості роботи.
7. Робота з масивами й структурами даних. Формат опису перемінних і організація

доступу до значень елементів.

8. Значення чисельних методів при розв'язку задач, що виникають при дослідженні електромагнітних процесів в електричних та електронних колах.

9. Етапи розв'язку нелінійних рівнянь. Ізоляція коренів. Методи уточнення коренів. Засоби зменшення похибки обчислень.

10. Уточнення коренів нелінійних рівнянь методом дихотомії. Геометрична інтерпретація методу.

1. Уточнення коренів нелінійних рівнянь методом дотичних. Геометрична інтерпретація методу.

12. Уточнення коренів нелінійних рівнянь комбінованим методом хорд і дотичних. Геометрична інтерпретація методу.

13. Уточнення коренів нелінійних рівнянь методом хорд. Геометрична інтерпретація методу.

14. Уточнення коренів нелінійних рівнянь методом простих ітерацій. Умова збіжності ітераційного процесу.

15. Алгоритм уточнення коренів нелінійних рівнянь методом хорд. Правило вибору сталої точки.

16. Умова для розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь ітераційними методами.

17. Розв'язок систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Крамера.

18. Розв'язок систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Якобі.

19. Розв'язок систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом Гауса-Зейделя.

20. Порівняльна характеристика методів розв'язку систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

21. Порівняльна характеристика методів Ейлера та Рунге-Кутти. Засоби зменшення похибки обчислень.

22. Чисельне рішення диференційних рівнянь простим методом Ейлера. Геометрична інтерпретація методу.

23. Чисельне рішення диференційних рівнянь виправленим методом Ейлера. Геометрична інтерпретація методу.

24. Чисельне рішення диференційних рівнянь модифікованим методом Ейлера. Геометрична інтерпретація методу.

## **5 Аналогова та цифрова електроніка**

1. Основні характеристики підсилювачів.

2. Охарактеризуйте основні типи спотворення вихідного сигналу.

3. Основні параметри ідеального операційного підсилювача.

4. Наведіть структуру та опишіть принцип дії операційного підсилювача.

5. Наведіть схеми інвертуючого і неінвертуючого підсилювачів, та виведіть рівняння для визначення коефіцієнта підсилення цих схем.

6. Наведіть передатні характеристики інвертуючого і неінвертуючого підсилювачів.

7. Побудуйте схему інвертуючого суматора та запишіть вираз для розрахунку його коефіцієнта передачі.

8. Побудуйте схему, що реалізує функцію підсумовування-вирахування та запишіть вираз для розрахунку її коефіцієнта передачі.

9. Наведіть схему інтегратора та запишіть основні розрахункові вирази.

10. Наведіть схему диференціатора та запишіть основні розрахункові вирази.

11. Наведіть схему пікового детектора та запишіть основні розрахункові вирази.

12. Наведіть основні типи активних фільтрів на операційних підсилювачах, та їх основні розрахункові вираження.

13. Дайте порівняльний аналіз характеристики фільтрів Чебишева та Баттерворта.

14. Побудуйте однокаскадні фільтри другого порядку.

15. Наведіть основні імпульсні схеми на операційних підсилювачах.

16. Побудуйте інвертуючий та неінвертуючий тригера Шмідта, та запишіть основні

вирази.

17. Наведіть схеми мультівібратора і одновібратора, та запишіть основні вирази.
18. Наведіть основні види стабілізаторів напруги.
19. В чому полягають відмінності компенсаційного і параметричного стабілізатора?
20. Використання операційного підсилювача для стабілізації напруги.
21. Імпульсні електричні сигнали, їх параметри і кодування.
22. Запишіть основні функції алгебри логіки.
23. В чому полягає мінімізація логічних функцій?
24. Наведіть базові компоненти цифрової схемотехніки.
25. Наведіть комбінаційні функціональні вузли.
26. Дайте визначення програмованих логічних матриць і їх основні характеристики.
27. Наведіть основні типи тригерів та їх таблиці істинності.
28. Наведіть приклади асинхронних та синхронних двійкових лічильників.
29. Наведіть основні типи регістрів та їх особливості роботи.
30. Що таке абстрактні цифрові автомати та методи їх задання.
31. Наведіть схеми мультівібраторів на логічних елементах, та запишіть основні

розрахункові вирази.

### **6 Мікропроцесорна техніка**

1. Розкажіть про основні тенденції розвитку мікропроцесорних систем керування електронними пристроями.
2. Наведіть основні пристрої і інтерфейси для зв'язку з користувача з об'єктом керування.
3. Наведіть типи аналого-цифрових перетворювачів, та коротко охарактеризуйте їх.
4. Наведіть основні принципи перетворення цифрового коду в аналоговий сигнал.
5. Опишіть основні принципи побудови сучасних однокристальних мікропроцесорів.
6. Наведіть узагальнену модель однокристального мікроконтролера.
7. Дайте короткий опис типів процесорних ядер.
8. Наведіть структурну схему мікроконтролера 8051.
9. Опишіть призначення та принцип роботи регістрів спеціальних функцій.
10. Розкажіть про особливості роботи системи переривання та регістрів стану.
11. Дайте класифікація сучасних мікроконтролерів.
12. Наведіть основні особливості архітектури 8-ми, 16-ти, 32-ох бітних і DSP мікроконтролерів.
13. Охарактеризуйте мікроконтролери серії STM32 фірми STMicroelectronics: Main stream, High performance, Ultra-low-power.
14. Наведіть основні принципи системи живлення і тактування мікроконтролера серії STM32.
15. В чом полягають режими низького енергоспоживання: SLEEP, STOP, STANDBY?
16. Наведіть структуру портів вводу/виводу мікроконтролера серії STM32.
17. Охарактеризуйте контролер вкладених векторів переривання та в чому обробка зовнішніх переривань.
18. Наведіть структуру таймерів мікроконтролера серії STM32.
19. Основні принципи тактування і керування роботою таймера.
20. Опишіть принципи генерації сигналів спів падання і формування широтно-імпульсної модуляції.
21. Опишіть режим захвату вмісту лічильника таймера по зовнішньому сигналу.
22. Охарактеризуйте аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі мікроконтролера серії STM32.
23. Наведіть основні характеристики і режими роботи.
24. В чому полягає особливість роботи каналів АЦП регулярного і інжектіваних перетворень?
25. В чому полягає використання АЦП в якості аналогового сторожового таймеру.
26. Наведіть і охарактеризуйте основні інтерфейси зв'язку мікроконтролера серії

STM32.

27. Які особливості роботи модуля прямого доступу до пам'яті мікроконтролера серії STM32.

28. Наведіть принцип організації передачі масивів даних між периферійними пристроями і оперативною пам'яттю.

29. Побудуйте систему відображення інформації на базі мікроконтролера серії STM32.

30. Побудуйте систему керування на базі мікроконтролера серії STM32.

31. Побудуйте систем формування імпульсних послідовностей на базі мікроконтролера серії STM32.

32. Побудуйте систем реєстрації аналогових сигналів на базі мікроконтролера серії STM32.

33. Побудуйте систему обміну даними між мікроконтролерними системами.

34. Основні принципи вибору і обґрунтування використання мікроконтролера на підставі задач, що вирішуються.

## **7 Анатомія і фізіологія**

1. Методи анатомічного дослідження.

2. Визначення понять: орган, система органів, апарат, організм як ціле.

3. Топографія черепа.

4. Кістковий мозок. Ріст і розвиток кісток.

5. Роль окістя і пластинок росту. Точки окостеніння.

6. Будова суглобів і осі обертів (приклад довільний).

7. Будова кістки. Типи кісткової тканини.

8. Хребет і грудна клітка як ціле. Конституційні особливості грудної клітки.

9. Будова і функції хребетного стовпа. Будова хребця. Порівняльна характеристика хребців різних відділів.

10. Скелет верхніх кінцівок і нижніх кінцівок.

11. Поняття про м'язову тканину. Будова м'язів.

12. Фізичні якості м'язів. Постава та її порушення.

13. Біомеханіка і координація рухів.

14. Будова м'язів.

15. Статична й динамічна робота м'язів. Стояння, ходьба. Використання даних анатомії у фізичному вихованні.

16. Ротова порожнина, її стінки. Слинні залози і їх протоки. Зуби молочні і постійні. Зубна формула.

17. Очеревина, її значення. Брижі, сальники .

18. Тонкі кишки і дванадцятипала кишка, протоки, що в неї відкриваються; порожня і клубова кишки.

19. Система органів травлення. Гістологічна будова стінки травного шляху в цілому і за відділами.

20. Фізіологія центральної нервової системи.

21. Залози внутрішньої секреції.

22. Регуляція діяльності залоз внутрішньої секреції.

23. Фізіологія центральної нервової системи.

24. Фізіологія центральної, периферичної та вегетативної нервової системи.

25. Органи почуттів та їх призначення.

26. Сприймання світлових подразнень.

27. Передача звукових коливань.

## **8 Реєстрація, передача і обробка інформації**

1. Дайте визначення термінам: «вимірювальна інформація» та «вимірювальний сигнал».

2. Дайте визначення терміну «датчик».

3. Дайте визначення терміну «вимірювальний перетворювач». Наведіть основні

характеристики таких перетворювачів.

4. Наведіть статичні характеристики вимірювального перетворювача. Дайте визначення терміну «функція перетворення» та «градувальна характеристика».

5. Дайте визначення терміну «Коефіцієнт перетворення» вимірювального перетворювача.

6. Опишіть характеристики перетворювача: чутливість та поріг чутливості. Від чого залежать наведені характеристики.

7. Наведіть класифікацію датчиків за декількома класифікаційними ознаками.

8. Наведіть основні вимоги до датчиків, що використовуються в промисловості.

9. Наведіть основні похибки, що виникають в статичному режимі роботи датчика і їх нормування.

10. Вкажіть основні джерела похибок.

11. Наведіть класифікацію датчиків електромагнітних величин.

12. Наведіть основні динамічні характеристики вимірювального перетворювача.

13. Опишіть процес вимірювального перетворення, наведіть схеми.

14. Опишіть трансформаторні датчики напруги, наведіть їх основні характеристики.

15. Наведіть особливості застосування трансформаторних датчиків напруги.

16. Опишіть трансформаторні датчики струму. Наведіть їхні характеристики та принцип дії.

17. Опишіть основні конструкції трансформаторів струму, та наведіть їхні конструкції. Наведіть особливості їхнього застосування.

18. Наведіть принципову схему трансформатора струму. Опишіть принцип його дії.

19. Опишіть перехідний режим у вимірювальному трансформаторі струму.

20. Опишіть трансформатори постійного струму. Наведіть їхні основні характеристики та опишіть принцип дії.

21. Дайте визначення ефекту Холла. Наведіть конструкції датчики на основі ефекту Холла.

22. Опишіть резистивні датчики напруги. Наведіть їхні основні характеристики та опишіть принцип дії.

23. Наведіть необхідні схеми підключення датчики напруги та рівняння.

24. Опишіть планарний датчик струму на основі ефекту Холла. Наведіть його структуру та особливості використання.

25. Що таке компенсований дільник напруги. Наведіть його схему та області застосування.

26. Наведіть основні джерела похибок в резистивних датчиках напруги та способи їх компенсації.

27. Опишіть резистивні датчики струму. Наведіть їхні характеристики та опишіть принцип дії.

28. Опишіть такий клас датчиків, як стандартні шунти. Наведіть їхню конструкцію та особливості застосування.

29. Опишіть датчик струму на основі ефекту Холла замкнутого і разомкнутого

30. Опишіть датчики струму на основі оптичної пари. Наведіть їхні характеристики.

31. Опишіть ІМС датчиків на основі оптичної пари. Наведіть їхню структуру та особливості застосування.

## **9 Фізіотерапевтичні апарати і діагностичні прилади**

1. Наведіть класифікацію фізіотерапевтичних апаратів в залежності від фізичного фактору впливу.

2. Наведіть основні принципи побудови апаратів для локальної баротерапії.

3. В чому полягає лікувальний ефект баротерапії, параметри впливу та методики проведення процедур?

4. В чому полягає лікувальний ефект від проведення процедур гіпобаротерапії й гіпербаротерапії?

5. Наведіть лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур

гіпобаротерапії й гіпербаротерапії.

6. В чому полягає штучна вентиляція легенів. Особливості різновидів впливу?
7. Наведіть основні положення оксигенотерапії та озонотерапії, і особливості впливу.
8. Наведіть основні способи одержання озono-кисневої суміші.
9. Наведіть функціональну схему медичного озонатора та поясніть принцип його дії.
10. В чому полягає лікувальний ефект від аерозолів і синглето-кисневої терапії?
11. Опишіть способи одержання аерозолів.
12. Запропонуйте функціональну схему апарату для отримання аерозолів.
13. Опишіть основні положення фототерапії.
14. В чому полягає лазеробезпека і зв'язок глибини проникнення й довжини хвилі?
15. В чому полягає лікувальний ефект, параметри впливу й методики проведення процедур фототерапії?
16. Наведіть функціональну схему фізіотерапевтичного апарату для проведення локальної фототерапії.
17. В чому полягає особливість гідротерапії?
18. Які лікувальні ефекти, параметри впливу й методики проведення процедур гідротерапії?
19. Наведіть сучасні апарати для гідротерапії.
20. В чому полягає комбінування гідро- й фототерапевтичного впливу?
21. Наведіть основні особливості вібротерапії.
22. В чому полягає особливість ультразвукової терапії?
23. Наведіть функціональну схему фізіотерапевтичного апарату для проведення ультразвукової терапії.
24. Наведіть класифікацію медичних діагностичних приладів для вимірювання біомедичних сигналів?
25. В чому полягають електрофізіологічні методи досліджень.
26. Які основні прилади використовуються для дослідження параметрів серцево-судинної системи?
27. Які основні прилади використовуються для дослідження параметрів дихальної системи?
28. Які основні прилади використовуються для вимірювання температури тіла людини?
29. В чому полягає визначення терміну біотелеметрія?

## 10 Імовірнісні основи обробки даних

1. Що приймається за найкращу оцінку при багаторазовому вимірі деякої величини? Сформулюйте правила, як правильно приводити і використовувати похибки. Наведіть приклад правильної і неправильної записи результату вимірювання.
2. Що таке абсолютна і відносна і систематична похибки вимірювання? Яка емпірична зв'язок існує між числом значущих цифр результату і відносною похибкою? (навести приклад). За яких діях над вимірними величинами зручно використовувати відносну похибку, а за яких абсолютну?
3. Сформулюйте правила дій над похибками при додаванні і відніманні вимірних величин для випадку незалежних похибок і для випадку, коли похибки можуть бути залежні. Який буде результат виразів:  $q(x, \dots, z) =$ , отриманий при використанні кожного з цих правил?
4. Сформулюйте правила дій над похибками при множенні і діленні вимірних величин для випадку незалежних похибок і для випадку, коли похибки можуть бути залежні. Який буде результат виразів:  $q(x, \dots, z) =$ , отриманий при використанні кожного з цих правил?
5. Сформулюйте правила дій над похибками при множенні вимірних величин на точне число і при зведенні їх у ступінь для випадку незалежних похибок і для випадку, коли похибки можуть бути залежні. Який буде результат виразів:  $q(x, \dots, z) =$ , отриманий при використанні кожного з цих правил?
6. Сформулюйте загальне правило для обчислення помилок в непрямих вимірах для функції  $q(x, \dots, z)$ . Застосуйте метод крок за кроком і загальне правило до обчислення похибки функції  $q(x, \dots, z) =$ . З чим пов'язано відмінність одержаних результатів?

7. Стандартне відхилення (стандартне відхилення генеральної сукупності, вибіркоче стандартне відхилення), його сенс, як похибки одиничного вимірювання. Стандартне відхилення від середнього. Чому буде одно стандартне відхилення і стандартне відхилення від середнього для наступного набору вимірів: і як повинен виглядати остаточний результат його обробки?

8. Як виглядає вираз для середнього, записане з використанням частоти реалізації результату  $x_k$  і яким правилом підкоряються частоти? Що таке гістограма, і для яких цілей вона використовується? Як побудувати гістограму для безперервної величини і до чого прагне ця гістограма з ростом числа вимірів?

9. Нормальний розподіл (розподіл Гауса). Нормувальний множник, середнє і стандартне відхилення, як параметри нормального розподілу.

10. Обґрунтуйте середнє, як найкращу оцінку, користуючись нормальним розподілом і методом максимальної правдоподібності. За допомогою нормального розподілу обґрунтуйте квадратичне додавання.

11. Стандартне відхилення, як коефіцієнт довіри до результату.

12. Відкидання даних. Критерій Шовене. Привести приклад.

13. Об'єднання результатів різних вимірювань. Виважена середнє.

14. Змішаний другий момент і коефіцієнт лінійної кореляції, кількісний критерій його значущості.

15. Запишіть формулу для обчислення коефіцієнтів біноміального розподілу. Які основні властивості має біноміальний розподіл? Випробування гіпотез.

16. Запишіть формулу для розподілу Пуассона. Які основні властивості має розподіл Пуассона?

17. Критерій відповідності  $\chi^2$ . Ступені свободи і приведені значення  $\chi^2$ . Перевірка розподілів.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І

### ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань.

Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибоке знання</b> навчального матеріалу, що міститься в <b>літературних джерелах</b>;</li> <li>– <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>– <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно-послідовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b></p>
82–89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b></p>
75–81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати практичні задачі</b></li> </ul>	<p>– <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для розв'язування <b>складних практичних задач</b></p>
64–74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати прості практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>невміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– <b>невміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, – вміння розв'язувати найпростіші <b>практичні задачі</b>	– незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу; – невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку; – невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b>
35–59	FX	Незадовільно	–	– незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b>
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	– повна <b>відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – незнання основних фундаментальних положень; – невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних задач</b>

*Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра на основі молодшого спеціаліста та магістра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2023 році.*

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.  
Протокол № 8 від 25 березня 2025 р.

Голова вченої ради Е інституту  
Голова фахової атестаційної комісії

Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМА**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною  
пропозицією:

**Локомотиви та локомотивне господарство**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

Харків 2025

## ЗМІСТ

Анотація .....	3
Зміст програми .....	3
Теорія локомотивної тяги.....	7
Тягові передачі рухомого складу.....	7
Автогальма, безпека руху та ходова частина ЗРС .....	7
Надійність, вимірювання та діагностика на ЗРС .....	8
Організація технології виробництва та ремонту локомотивів .....	8
Критерії оцінювання .....	10

# ЛОКОМОТИВИ ТА ЛОКОМОТИВНЕ ГОСПОДАРСТВО

## АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами та відповідності освітньому ступеню «бакалавр». Вступник повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані уміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

Бакалавр з рухомого складу залізниць повинен володіти теоретичними знаннями та практичними навичками щодо основних принципів та методів моделювання електромеханічних систем рухомого складу та тягових мереж, розроблення, впровадження, модернізації та управління електромеханічним обладнанням, залізничного транспорту.

Під час підготовки до випробування необхідно звернути увагу на те, що абітурієнт повинен:

*знати:* загальний устрій залізничного рухомого складу (ЗРС), основи процесів виникнення сили тяги, опору руху та гальмування, особливості конструкції тягових двигунів та типів їх підвішування, типи гальмових систем та їх розрахунків, методи і засоби діагностики вузлів, агрегатів та локомотива в цілому, методи виготовлення та обслуговування окремих вузлів та локомотива в цілому.

*вміти:* оцінювати якість та розраховувати характеристики вузлів та одиниць ЗРС, розраховувати криві руху ЗРС на ПЕОМ, виконувати розрахунок електричних машин та механічної передачі, знати способи керування та регулювання тягових передач, розробляти схеми гальмових систем, оцінювати експлуатаційну надійність локомотива, розробляти технологічні процеси виробництва та ремонту локомотивів.

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Теорія локомотивної тяги
2. Тягові передачі рухомого складу.
3. Автогальма, безпека руху та ходова частина ЗРС.
4. Надійність, вимірювання та діагностика на ЗРС.
5. Організація технології виробництва та ремонту локомотивів

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію НТУ «ХПІ».

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Теорія локомотивної тяги

Постановка задачі по керуючому русі поїзда. Режими руху поїзда. Основні задачі тягових розрахунків. Основне рівняння руху поїзда. Коефіцієнт інерції частин що обертаються. Основний закон локомотивної тяги. Сили діючі на потяг. Обертаючий момент тягових двигунів, внутрішні та зовнішні сили. Механізм утворення сили тяги і поступового руху поїзда. Характеристики зчіпних сил при тяги. Сили взаємодії колеса та рейки у місті контакту. Перерозподіл сил у місті контакту під впливом обертаючого моменту тягових двигунів. Заходи по поліпшенню зчіпних властивостей локомотивів. Тягові характеристики локомотивів. Особливості тягових властивостей тепловозів. Сила тяги тепловоза по зчепленню. Обмеження сили тяги тепловоза по тяговим електродвигунам. Електромеханічні характеристики тягових електродвигунів. Електромеханічні характеристики тепловозів. Регулювання швидкості руху поїзда. Опір руху поїзда. Основні поняття та класифікація сил опору руху поїзда. Основної опір руху поїзда. Додатковий опір руху поїзда. Заходи по зменшенню сил опору руху. Гальмові сили локомотивів. Механізм створення гальмової сили локомотива. Гальмова сила при дії гальмових колодок. Сила натиснення гальмових колодок. Гальмова сила поїзда. Гальмові системи поїзда. Гальмова сила при електричному гальмуванні. Приведення гальмових параметрів к розрахунковому виду. Методика розрахунку гальмових задач. Теоретичні основи методів розрахунку руху поїзда. Графічні методи. Комп'ютерні

розрахунки руху поїздів. Енергетика тяги поїздів. Енергетичні витрати на рух поїздів. Методики розрахунку витрат палива дизелем локомотива. Заходи по зменшенню енергетичних витрат. Нагрівання тягових електричних машин електроприводу локомотивів.

#### ***Рекомендована література:***

1. Бобирь Д.В., Грищенко М.А., Сердюк В. Н. Теорія локомотивної тяги: підручник / Під ред. к-та техн. наук, доц. В. Н. Сердюка; УДУНТ; ННІ «Дніпров. ін-т інфраструктури і трансп.». – Дніпро, 2022. – 385 с.
2. Бобирь Д. В., Капіца М. І., Сердюк В. Н. Теорія локомотивної тяги. Тягові розрахунки для промислового залізничного транспорту: навчальний посібник / Під ред. д-ра техн. наук, проф. М. І. Капіци. Дніпро: УДУНТ, 2022. 113 с.
3. Теорія локомотивної тяги [Текст] : методичні рекомендації для виконання розрахунково-графічної роботи та дипломного проєктування / уклад.: Д. В. Бобирь, М. І. Капіца, В. Н. Сердюк; Україн. держ. ун-т науки і технол. – Дніпро, 2022. – 59 с.
4. Правила тягових розрахунків для поїзної роботи по електровозах ЧС7, ЧС8, ДЕ1, ДС3, 2ЕЛ5, 2ЕС5К, тепловозах ТЕП150, ТЕМ103, дизель-поїздах ДЕЛ-02, електропоїздах ЕПЛ2т, ЕПЛ9т. Київ: Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2010. 56 с.

## **2. Тягові передачі рухомого складу.**

Предмет і завдання дисципліни, функції передачі потужності та її розміщення на локомотиві. Електричні передачі потужності постійного струму, змінно-постійного струму та змінного струму. Принципові схеми передач та їх характеристики. Електрична схема передачі змінно-постійного струму, її структура та найбільш важливі елементи. Конструкція та технологія виготовлення електричних машин. Основи теорії машин постійного струму. Розрахунки магнітних ланцюгів. Характеристики та регулювання тягових двигунів постійного струму. Передача потужності змінного струму: її елементи та електрична схема. Розрахунки ККД передачі. Вибір потужності генератора та двигунів. Конструкція та технологія виготовлення синхронних генераторів. Основи теорії та характеристики синхронних генераторів. Електрична передача змінного струму та її елементи. Характеристики та регулювання тягових двигунів. Основи проєктування та технології виготовлення асинхронних тягових двигунів. Типи та конструкція колісно-моторних блоків. Проєктування та розрахунки міцності тягових передач рухомого складу.

#### ***Рекомендована література:***

1. Тартаковський Е.Д., Устенко О.В., Михалків С.В. Гідравлічні передачі локомотивів: Навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Ч. І. – 104 с.
2. Безрученко В.М., Варченко В.К., Чумак В.В. Тягові електричні машини електрорухомого складу: Навчальний посібник. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2003. – 252 с.
3. Теорія та конструкція локомотивів: Навч. посібник. Ч. 2: Вибір та розрахунок основних вузлів локомотивів / Е.Д. Тартаковський, А.Ф. Агулов, А.П. Фалендиш.- Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 152 с.
4. Тягові електричні машини електрорухомого складу: Навчальний Т99 посібник / В.М. Безрученко, В. К. Варченко, В.В. Чумак. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2003.–252 с

## **3. Автогальма, безпека руху та ходова частина ЗРС.**

Гальмова сила. Гальмові системи прямої дії. Ручні гальма. Гальмові системи непрямої дії. Автоматичні гальма. Типи колодкових, дискових, рейкових гальм та електродинамічні гальма. Електропневматичне гальмування, його роль та місце. Розташування реостатів на тепловозах та дизель-поїздах. Схеми та характеристики процесу гальмування. Компресори для живлення гальм КТ6. Компресори для живлення гальм КТ6Ел. Регулятори тиску. Головні резервуари. Трубопроводи. З'єднання міжвагонні. Повітророзподільники пасажирських потягів, їхня призначення. Будова та принцип дії. Ремонт та обслуговування в експлуатації. Повітророзподільник вантажних потягів, їх призначення. Будова та принцип дії. Ремонт та

обслуговування в експлуатації. Автоматичні регулятори режимів гальмування, їх призначення, будова та принцип дії. Ремонт та експлуатація.

Протитюзові пристрої, їх призначення, будова та принцип дії. Ремонт та експлуатація. Швидкісний регулятор гальмових натиснень, призначення, будова та принцип дії. Ремонт та експлуатація. Розрахунки важільної передачі гальма тепловоза.

#### ***Рекомендована література:***

1. Бабаєв, А. М. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць [Текст]: навч. посібник / А. М. Бабаєв, Д. В. Дмитрієв. – Київ: ДЕТУТ, 2007. – 176 с.
2. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України [Текст] : ЦТ – ЦВ – ЦЛ - 0015. – затв. наказом Укрзалізниці від 07.06.01 № 312-Ц. – Київ :Укрзалізниця, 2002. – 146 с.
3. Коренівський М.В. Пневматичне устаткування автоматичних гальм: Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – 122 с.
4. Слащов В.А. Залізничні пневматичні гальма: навчальний посібник / В.А. Слащов. – Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2009. – 208 с.
5. Коренівський, М. В. Гальмове устаткування вагонів міжнародного сполучення [Текст]: навч. посібник / М. В. Коренівський, В. Ф. Головка, Я. В. Дерев'янчук. – Харків:УкрДАЗТ, 2007. – 101 с.

#### **4. Надійність, вимірювання та діагностика на ЗРС.**

Основні методи теорії вірогідності. Математична статистика та її методи. Визначення показників надійності локомотивів. Технічна діагностика локомотивів. Теоретичні основи діагностики машин. Особливості систем діагностики локомотивів. Сучасні методи вимірювань на транспорті. Неелектричні та електричні методи вимірювань. Вимірювання при випробуваннях транспортних засобів. Методи вимірювань та діагностика на транспорті. Вимірювання механічних коливань на рейковому транспорті. Вимірювання зміщень та прискорень. Вимірювання сил, моментів сил та напружень. Вимірювальна апаратура, вагон - лабораторія. Тензометричні підсилювачі, фільтри, ресстраційна апаратура. Калібрування вимірювальних каналів. Методика вимірювань на рейковому транспорті. Розміщення засобів вимірювання на локомотиві. Методи обробки та аналізу результатів вимірювань.

#### ***Рекомендована література:***

1. Канарчук В. С., Полянський С.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин: підручник. Київ: Либідь, 2003. 424 с.
2. Барнік М. А., Афтаназів І. С., Сівак Ш. О. Технологічні методи забезпечення надійності деталей машин. Київ, 2004. 148 с.
3. Васілевський О. М. Поджаренко В. О. Нормування показників надійності технічних засобів: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2010. 129 с.
4. Про затвердження Технічного регламенту безпеки рухомого складу залізничного транспорту: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1194. Офіційний вісник України. 2016. № 12, С. 16, ст. 501, код акта 80693/2016.
5. Боженко Л.І. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні. Навч. посібник. – Львів: Світ, 2003. – 328 с.

#### **5. Організація технології виробництва та ремонту локомотивів**

Основні поняття технологічної підготовки виробництва. Об'єкти виробництва, технологічний процес та засоби технологічного оснащення. Структура, характеристики та форми організації технологічного процесу. Типи машинобудівних виробництв. Визначення відповідності методів формоутворення, обробки та збірки щодо форм організації технологічних процесів, які характерні для умов крупносерійного та масового виробництв. Визначення відповідності методів формоутворення, обробки та збірки щодо форм організації технологічних процесів, які характерні для умов крупносерійного та масового виробництв.

Точність у локомотивобудуванні. Джерела погрішностей у процесах формоутворення, обробки та збірки та засоби забезпечення заданої точності виробів. Базування та бази. Вивчення джерел утворень погрішностей та їх різновидів у процесах формоутворення, обробки та збірки. Вивчення схем базування. Технологічні режими у процесах формоутворення, обробки та збірки. Основи нормування технологічної працездатності для верстатних, слюсарно-збірних та зварювальних робіт. Вплив технології виготовлення заготовок на службові властивості деталей локомотивів. Технологічні процеси виготовлення залізничних коліс. Методи збірки та їх вплив на надійність локомотивів. Побудова технологічних процесів виготовлення рам візків та головних рам локомотивів. Вивчення технологічного процесу виготовлення залізничних коліс, методів їх збірки та їх вплив на надійність локомотивів. Технологічні процеси локомотивобудування. Основи проектування технологічних процесів. Технологічні процеси обробки різанням деталей локомотивів. Технологічні процеси вузлової та загальної збірки локомотивів. Технологічні процеси виготовлення зварювальних конструкцій локомотивів. Побудова технологічного процесу виготовлення зварювальних конструкцій локомотива. Ознайомлення з основами проектування технологічних процесів. Вивчення технологічних процесів вузлової та загальної збірки локомотивів. Уніфікація технологічних процесів виробництва локомотивів. Автоматизація технологічних процесів в локомотивобудуванні. Технологічність конструкцій локомотивів. Сучасний погляд на технологічність конструкцій. Основні спрямованості створення технологічних конструкцій локомотивів. Оцінка технологічності конструкцій. Керування технологічністю конструкцій. Оцінювання технологічності конструкцій у сфері сучасного локомотивобудування. Технологія ремонту локомотивів. Основи технології ремонту локомотивів. Планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту тепловозів. Основи технології розбірки та очистки деталей об'єкта ремонту.

Контроль стану деталей механічних частин тепловозів. Технологія відновлення уражених деталей механічних частин обладнання тепловозу. Технологія ремонту типових з'єднань та вузлів механічних частин обладнання тепловозу. Збірка, випробування та установка об'єкта ремонту. Технологія ремонту типових з'єднань та вузлів механічних частин обладнання тепловозу. Вивчення технології ремонту колісних пар локомотива. Технологія ремонту електричного обладнання тепловозу. Технологія ремонту струмоведучих частин обладнання. Ремонт електричних машин. Ремонт електричних апаратів та технічне обслуговування акумуляторних батарей. Ремонт електричних машин. Технологія ремонту екіпажної частини та випробування тепловозу після ремонту. Вивчення технології ремонту екіпажної частини локомотива.

#### ***Рекомендована література:***

1. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1: навчальний посібник / О.В. Дерібо – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 125 с.
2. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 112 с.
3. Дерібо О. В. Теоретичні основи технології виробництва деталей таскладання машин. Частина 1: практикум / Дерібо О.В., Дусанюк Ж.П., Репінський С.В. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 114 с.
4. Організація та планування виробництва: Навч. посібник / Е. Д. Тартаковський, О. С. Крашенінін, О. В. Клименко та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 182 с.
5. Енергозберігаючі технології в локомотивному господарстві: Навч. посібник / Е.Д. Тартаковський, Д. О. Аулін, Д. М. Коваленко та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 130 с.
6. Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового та моторвагонного рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро- та дизель-поїздів). Затверджено Наказом Укрзалізниці 429-Ц/ОД від 15.10.2015р. [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2015. – 45 с.

1. Режими руху поїзда.
2. Основні задачі тягових розрахунків.
3. Основне рівняння руху поїзда.
4. Основний закон локомотивної тяги.
5. Сили діючі на потяг.
6. Обертаючий момент тягових двигунів, внутрішні та зовнішні сили.
7. Механізм утворення сили тяги і поступового руху поїзда.
8. Характеристики зчіпних сил при тяги.
9. Сили взаємодії колеса та рейки у місті контакту.
10. Заходи по поліпшенню зчіпних властивостей локомотивів.
11. Особливості тягових властивостей тепловозів.
12. Електромеханічні характеристики тягових електродвигунів.
13. Електромеханічні характеристики тепловозів.
14. Основні поняття та класифікація сил опору руху поїзда.
15. Гальмові сили локомотивів. Механізм створення гальмової сили локомотива.

Гальмова сила при дії гальмових колодок.

16. Гальмові системи поїзда. Гальмова сила при електричному гальмуванні.
17. Теоретичні основи методів розрахунку руху поїзда. Графічні методи. .

Комп'ютерні розрахунки руху поїздів.

18. Методики розрахунку витрат палива дизелем локомотива. Заходи по зменшенню енергетичних витрат.

#### **Тягові передачі рухомого складу**

1. Функції передачі потужності.
2. Розміщення передачі потужності на локомотиві.
3. Електричні передачі потужності постійного струму.
4. Електричні передачі потужності змінно-постійного струму
5. Електричні передачі потужності змінного струму.
6. Електрична схема передач потужності.
7. Конструкції тягових електричних машин.
8. Конструкція та технологія виготовлення електричних машин постійного струму.
9. Характеристики та регулювання тягових двигунів.
10. Кострукція, принцип дії та технологія виготовлення асинхронних тягових двигунів.
11. Типи колісно-моторних блоків.
12. Тягова передача першого класу.
13. Тягова передача другого класу.
14. Тягова передача третього класу.
15. Опорно-кузовне підвішування тягових двигунів.

#### **Автогальма, безпека руху та ходова частина ЗРС**

1. Призначення ходових частин локомотивів.
2. Складові елементи ходової частини рухомого складу.
3. Конструкції візків локомотивів.
4. Приводні та піддержуючі візки локомотивів,
5. Візки високошвидкісного залізничного транспорту.
6. Розташування тягового обладнання на візках рухомого складу залізниць.
7. Ресорне підвішування локомотивів.
8. Класифікація систем ресорного підвішування локомотивів.
9. Багатоступінчасте ресорне підвішування.
10. Типи пружних елементів.
11. Пружинне ресорне підвішування.
12. Пневматичне ресорне підвішування.
13. Активні системи ресорного підвішування.
14. Типи гасників коливань.
15. Зв'язки візків з головною рамою локомотива.
16. Улаштування візка вантажного тепловозу

17. Улаштування візка пасажирського тепловозу
18. Улаштування візків дизель-потягу з гідروпередачею
19. Улаштування моторного візка електропоїзду
20. Улаштування немоторного візка електропоїзду
21. Улаштування екіпажної частини кузова тепловозу.
22. Призначення та склад ресорного підвішування
23. Пневмопідвіска її переваги та недоліки
24. Зв'язок візка з кузовом локомотива основні технічні рішення
25. Улаштування шкворневого вузлу
26. Наклоні тяги для зв'язку візка та кузова
27. Автотягачні пристрої.

### **Надійність, вимірювання та діагностика на ЗРС**

1. Підвищення надійності пружних поперечних зв'язків між кузовом і візками
2. Поліпшення демпфування кутових і поперечних коливань
3. Підвищення надійності локомотивів з жорстким шворню
4. Підвищення надійності пружних поперечних зв'язків колісних пар і рам візків
5. Підвищення надійності двоступеневого ресорного підвішування
6. Підвищення надійності одноступінчатого ресорного підвішування
7. Підвищення надійності уніфікованої екіпажної частини вантажних тепловозів 2ТЭ10В, 2ТЭ116 і ТЭ109
8. Підвищення надійності екіпажної частини тепловозів ТЭП75 і ТЭП70
9. Підвищення надійності екіпажної частини тепловоза ТГ16
10. Поліпшення динамічних якостей тепловозів з одноступінчатим ресорним підвішуванням
11. Поліпшення вписування тепловозів в криві
12. Горизонтальне зчленування візка
13. Поліпшення вписування тепловозів в криві
14. Керовані пристрої примусового повороту візків.
15. Вплив поперечних розгонів осей на поліпшення вписування тепловозів в криві.
16. Вплив форми поверхні катання коліс на поліпшення вписування тепловозів в криві

17. Види вимірювань, класифікація похибок при вимірюваннях
18. Порядок обробки прямих вимірювань
19. Алгоритм обробки непрямих вимірювань
20. Вірогідність серії вимірювань
21. Обробка результатів вимірювань на основі закону Гауса
22. Розрахунок похибок при непрямих вимірюваннях

### **Організація технології виробництва та ремонту локомотивів**

1. Що таке напівфабрикати, заготовки, деталі та технологічні вузли.
2. Що таке виробничий та технологічний процеси.
3. Які Ви знаєте структури та форми організації тех. процесів.
4. Назвіть основні типи машинобудівних виробництв.
5. Що таке погрішності і які існують рекомендації щодо боротьби з ними.
6. Як впливає технологія виготовлення на якість деталей локомотиву.
7. Опишіть тех. процес виготовлення локомотивних коліс.
8. Що таке пресовий, гідропресовий, тепловий методи формування колісних пар.
9. Як проводиться збірка колісної пари.
10. Як проводиться збірка візка.
11. Що таке планово-попереджувальна система технологічного обслуговування та ремонту локомотивів.
12. Як виконується очистка та мийка деталей.
13. Як замірюють знос та деформацію деталей.
14. Які Вам відомі методи контролю.
15. Як відновлюють пошкоджені деталі.

16. Яка технологія ремонту типових з'єднань та вузлів механічних частин локомотивів.
17. Яка технологія ремонту ходової частини.
18. Як ремонтують дизель та допоміжне обладнання.
19. Опишіть ремонт насосів, редукторів та фільтрів.
20. Наведіть технологію ремонту електричного обладнання.
21. Як ремонтують акумуляторні батареї.
22. Опишіть обкатувальні та здавальні випробування локомотиву після ремонту.

# КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І

## ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань.

Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибоке знання</b> навчального матеріалу, що міститься в <b>літературних джерелах</b>;</li> <li>– <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>– <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно-последовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b></p>
82–89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b></p>
75–81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати практичні задачі</b></li> </ul>	<p>– <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для розв'язування <b>складних практичних задач</b></p>
64–74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати прості практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>невміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– <b>невміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, – вміння розв'язувати найпростіші <b>практичні задачі</b>	– незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу; – невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку; – невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b>
35–59	FX	Незадовільно	–	– незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b>
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	– повна <b>відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу; – <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; – незнання основних фундаментальних положень; – невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних задач</b>

*Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра на основі молодшого спеціаліста та магістра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2023 році.*

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.  
Протокол № 8 від 25 березня 2025 р.

Голова вченої ради Е інституту  
Голова фахової атестаційної комісії

Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

«   » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ПРОГРАМА**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною  
пропозицією:

**Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія**

Директор Е інституту

\_\_\_\_\_ Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

Харків 2025

# СТАЛА ТА ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА: ЕЛЕКТРИЧНА ТА МІКРОЕЛЕКТРОННА ІНЖЕНЕРІЯ

## АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступника, які були отримані в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійним програмами спеціальностей G3 – «Електрична інженерія» та G5 – «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка», а також відповідності освітньо-кваліфікаційному рівню «бакалавр».

Вступник повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані знання та вміння щодо узагальненого об'єкта праці і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

Вступник повинен володіти необхідним спектром вмінь і навиків з теорії електротехніки та мікроелектроніки, проектування окремих складових відновлюваних джерел енергії, зокрема фотоелектричних, використання сучасних інформаційних технологій автоматизації та управління в техніці, та зокрема, енергетиці.

Під час підготовки до випробування необхідно звернути увагу на те, що вступник повинен:

*знати:* основи електротехніки, електричних станцій та підстанцій, електропостачання промислових підприємств, релейного захисту і автоматики, фізики напівпровідників, напівпровідникових фотоелектричних перетворювачів, технології виробництва напівпровідникових приладів;

*вміти:* обирати елементи та обладнання електричних частин відновлюваних джерел енергії; використовувати комп'ютерну техніку для розрахунків режимів роботи електричного та мікроелектронного обладнання.

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки що включають наступні практичної напрями діяльності випускників:

1. Електричні станції та підстанції;
2. Електропостачання промислових підприємств та енергозбереження;
3. Основи релейного захисту та автоматики енергосистем;
4. Напівпровідникові фотоелектричні перетворювачі;
5. Фізика напівпровідників та діелектриків;
6. Комп'ютерне моделювання фізичних та технологічних процесів.

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Загальні відомості про вироблення та споживання електроенергії; генератори, компенсатори, силові трансформатори і автотрансформатори; струмопроводи, контактні з'єднання, ізолятори; високовольтні апарати розподільних установок; головні схеми електричних з'єднань і схеми власних потреб електричних станцій і підстанцій; вибір електричних апаратів і струмопровідних частин розподільних установок; конструкції розподільних установок та компоновка електричних станцій і підстанцій, оперативний струм.

2. Загальні задачі електропостачання промислових підприємств; характеристика промислових споживачів електроенергії, графіки споживання електроенергії та електричні навантаження; вибір кількості та потужності трансформаторів; розрахунок струмів короткого замикання та вибір високовольтного обладнання і високовольтних мереж системи електропостачання; компенсація реактивної потужності в системах електропостачання; облік та вимірювання режимних параметрів системи електропостачання; якість електроенергії.

3. Призначення, основні функції та вимоги до релейного захисту і автоматики. Схеми з'єднання трансформаторів струму та напруг. Види захисту ліній. Захист генераторів та трансформаторів. Захист шин станцій та підстанцій. Автоматичне включення резервного живлення. Автоматичне повторне включення. Резервування дії релейних захистів та

вимикачів.

4. Загальне уявлення про явище фотоперетворення енергії сонячного випромінювання в електричну. Основні елементи конструкції монокристалічних кремнієвих фотоелектричних перетворювачів з горизонтальним анізотипним гомопереходом. Фізичні механізми, що забезпечують роботу фотоелектричного перетворювача як генератора струму. Загальні уявлення щодо концепції ефективності фотоелектричних перетворювачів і напрямків її підвищення. Загальні уявлення про фізико-технологічні особливості розробки плівкових фотоелектричних перетворювачів.

5. Контактні явища в напівпровідниках. Явища в контактах. Потенціальні бар'єри. Густина струму. Співвідношення Ейнштейна. Пробій в твердих тілах. Пробій як порушення стаціонарного режиму електропровідності. Методи експериментального вивчення пробою діелектриків і статистичної обробки даних. Загальна характеристика діелектриків. Порівняння діелектриків з металами і напівпровідниками. Газоподібні та рідкі діелектрики. Практичні застосування напівпровідників. Оптичні напівпровідникові та діелектричні прилади: фотоелемент, фотодіод, фототранзистор, фоторезистор, лавинний фотодіод, інжекційний лазер. Польовий транзистор. Тунельні діоди. Біполярний напівпровідниковий тріод.

6. Імітаційне комп'ютерне моделювання. Особливості побудови моделі та етапи її розробки. Застосування комп'ютерного моделювання для дослідження, оптимізації та проектування реальних технологічних процесів. Поняття моделі. Види моделей. Моделювання. Комп'ютерне моделювання. Види комп'ютерних моделей. Области застосування. Імітаційне моделювання Основні поняття імітаційного моделювання. Етапи імітаційного моделювання. Час у імітаційних моделях. Алгоритми імітаційного моделювання. Обробка та аналіз результатів імітаційного моделювання. Планування експериментів із імітаційними моделями.

#### ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ:

1. Короткі замикання в електричних установках: визначення, види, причини і наслідки.
2. Практичні методи розрахунку струмів трифазного короткого замикання.
3. Високовольтні вимикачі: визначення, призначення, вимоги, умови вибору.
4. Особливості перевірки на термічну і динамічну стійкість до дії струмів короткого замикання апаратів, шин і кабелів.
5. Схеми розподільних пристроїв вищої напруги. Вимоги, види, особливості і порівняння схем по економічності, надійності, гнучкості і особливостям експлуатації.
6. Оперативний струм. Види, галузі застосування.
7. Вимірювальні трансформатори струму та напруги. Призначення, конструкція, точність.
8. Силові трансформатори (автотрансформатори): типи, основні параметри, характеристика режимів допустимих навантажень.
9. Статична та динамічна стійкість. Методи дослідження стійкості.
10. Категорії електроприймачів з погляду забезпечення надійного електропостачання.
11. Коефіцієнт потужності. Заходи щодо підвищення коефіцієнта потужності.
12. Магістральні схеми електропостачання. Приклад такої схеми для електропостачання споживачів третьої категорії.
13. Радіальні схеми електропостачання. Приклад такої схеми для електропостачання споживачів третьої категорії.
14. Особенності схеми електропостачання «глибокий ввід».
15. Основні види пристроїв режимної автоматики для підтримки основних параметрів енергетичних систем.
16. Призначення і принцип дії пристроїв автоматичного повторного включення та автоматичного включення резерву.
17. Поняття про математичні моделі технічних систем. Вимоги до математичних моделей. Класифікація математичних моделей.
18. Сучасні системи реєстрації та відтворення інформації. Обробка потоків інформації.

19. Методи оцінки надійності мікро- та наносистемної техніки; контроль та підвищення надійності мікро- та наносистемної техніки.
20. Проектування технологічних процесів. Технологічна документація загального та спеціального призначення.
21. Технологічні процеси виготовлення типових деталей та елементів приладів.
22. Технологія контролю якості виготовлення деталей та елементів приладів.
23. Автоматизація розробки технологічних процесів. Автоматизація виробничих процесів.
24. Технологія складання приладів. Проектування технологічних процесів складання.
25. Джерело енергії сонячного випромінювання. Заатмосферні та наземні спектральні розподіли потоку фотонів і енергії сонячного випромінювання.
26. Основні фізичні механізми, що забезпечують роботу фотоелектричного перетворювача як генератора струму.
27. Типи фотоелектричних перетворювачів.
28. Технології вироблення кремнієвих фотоелектричних елементів.
29. Вихідні параметри та їх залежність від фотоструму і діодних параметрів фотоелектричного перетворювача.
30. Поняття ефективності фотоелектричних перетворювачів, напрямки її підвищення.
31. Головні чинники втрат енергії сонячного випромінювання при його взаємодії з напівпровідниковим матеріалом.

#### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Електрична частина станцій та підстанцій: курс лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/уклад.: О.В. Остапчук, П.Л. Денисюк, Ю.П. Матеєнко / КПІ ім. Ігоря Сікорського, – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 183 с.
2. Данилова О.А. Власні потреби атомних електростанцій (Навчально-методичний посібник для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» усіх форм навчання вищих навчальних закладів) / Данилова О.А., Лисенко Л.І., Тищенко А.А., Івахнов А.В. // [Електронне видання] Код доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/54720>, 2021. – 94 с.
3. Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, Л.І. Несен, за ред. Г.Г. Півняка ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 5-те вид., доопрац. та допов. – Дніпро : НГУ, 2016. – 600 с.
4. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.
5. Релейний захист і автоматика: Навч. посібник / С. В. Панченко, В. С. Блиндюк, В. М. Баженов та ін.; за ред. В. М. Баженова. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – Ч. 1. – 250 с
6. Релейний захист і автоматика: Навч. посібник / С. В. Панченко, В. С. Блиндюк, В. М. Баженов та ін.; за ред. В. М. Баженова. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – Ч. 2. – 276 с.
7. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О. Теорія технічних систем. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2017. – 291 с.
8. Пристрої відображення та реєстрації інформації: навч. посіб. / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Миколаєць Д.А. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 387 с.
9. Стахів П.Г., Коруд В.І., Гамола О.Є. Основи електроніки з елементами мікроелектроніки. – Львів : Магнолія Плюс, 2006. – 225 с.
10. Прищеп М.М., Погребняк В.П. Мікроелектроніка. Ч.1. Елементи мікроелектроніки. – Київ : Вища школа, 2004. – 432 с.
11. Болюх В.Ф., Данько В.Г. Основи електроніки та мікропроцесорної техніки. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – 257 с.

**КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І  
ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ**

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань.

Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтин гова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визнач ення	Націона льна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінн о	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибоке знання</b> навчального матеріалу, що міститься в <b>літературних джерелах</b>;</li> <li>– <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>– <b>вміння проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>відповіді</b> на запитання <b>чіткі, лаконічні, логічно-послідовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b></p>
82–89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і <b>проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	<p>відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b></p>
75–81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і <b>проводити теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати практичні задачі</b></li> </ul>	<p>– <b>невміння</b> використовувати теоретичні знання для <b>розв'язування складних практичних задач</b></p>
64–74	D	Задовіль но	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати прості практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>невміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– <b>невміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу,</li> <li>– вміння розв'язувати <b>найпростіші практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу;</li> <li>– невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку;</li> <li>– невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b></li> </ul>
35–59	FX	Незадовільно	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>– незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу;</li> <li>– <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання;</li> <li>– невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b></li> </ul>
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>– повна <b>відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу;</li> <li>– <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання;</li> <li>– незнання основних фундаментальних положень;</li> <li>– невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних задач</b></li> </ul>

*Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра на основі молодшого спеціаліста та магістра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2023 році.*

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.  
Протокол № 8 від 25 березня 2025 р.

Голова вченої ради Е інституту  
Голова фахової атестаційної комісії

Роман ТОМАШЕВСЬКИЙ

## ТАБЛИЦЯ

переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня бакалавра та магістра до шкали 100–200

Шкала оцінювання 60-100 (фахового вступного випробування)	Переведення в шкалу 100–200
60	100
61	103
62	105
63	108
64	110
65	113
66	115
67	118
68	120
69	123
70	125
71	128
72	130
73	133
74	135
75	138
76	140
77	143
78	145
79	148
80	150
81	153
82	155
83	158
84	160
85	163
86	165
87	168
88	170
89	173
90	175
91	178
92	180
93	183
94	185
95	188
96	190
97	193
98	195
99	198
100	200