

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ**

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

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

проректор

\_\_\_\_\_ Р.П. Мигущенко

«   » \_\_\_\_\_ 2018 р.

**ПРОГРАМА**

для проведення вступних випробувань за фахом  
при зарахуванні на навчання за освітнім ступенем «магістр»:

**141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

**142 Енергетичне машинобудування**

**144 Теплоенергетика**

**171 Електроніка**

**273 Електричний транспорт**

Директор інституту

\_\_\_\_\_ Р.С. Гомашевський

Харків 2018

## ЗМІСТ

141	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка .....	3
141.01	Електричні станції .....	3
141.02	Електричні системи та мережі .....	11
141.03	Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії .....	20
141.04	Електроізоляційна, кабельна та оптоволоконна техніка .....	30
141.05	Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології .....	34
141.06	Електричні машини .....	42
141.07	Електричні апарати .....	46
141.08	Електропобутова техніка .....	61
141.09	Електромеханічні системи автоматизації та електропривод .....	81
141.10	Мехатроніка та робототехніка .....	87
141.11	Електричний транспорт .....	93
141.13	Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії .....	105
141.14	Техніка і електрофізика високих напруг .....	109
141.15	Технології кібербезпеки в електроенергетиці .....	113
142	Енергетичне машинобудування .....	123
142.01	Енергогенеруючі технології та установки .....	123
142.03	Газотурбінні установки і компресорні станції .....	132
142.04	Двигуни внутрішнього згоряння .....	139
142.06	Кріогенна та холодильна техніка .....	146
142.07	Турбіни .....	151
144	Теплоенергетика .....	158
144.01	Промислова та комунальна теплоенергетика .....	158
144.02	Теплові процеси в енергетичному обладнанні .....	170
144.03	Енергетичний менеджмент та енергоефективність .....	176
171	Електроніка .....	188
171.01	Промислова електроніка .....	188
171.02	Біомедична електроніка .....	188
273	Електричний транспорт .....	222
273.01	Локомотиви та локомотивне господарство .....	222

## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.01 Електричні станції

#### 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:

1. Електричні станції та підстанції
2. Електромагнітні перехідні процеси
3. Електропостачання промислових підприємств та енергозбереження
4. Основи релейного захисту та автоматики енергосистем

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

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Електричні станції та підстанції

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.

Рекомендована література:

1. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электрических станций и подстанций. Учебник для вузов - М.: Энергоатомиздат, 1986
2. Электрическая часть станций и подстанций: Учебник для вузов / А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшкова, М.Н. Околович / Под ред. А.А. Васильева. 2-е изд. перераб и доп. М.: Энергоатомиздат, 1990
3. Рожкова Л.Д., Корнеева Л.К., Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций – М.: АКАДЕМА, 2004
4. Усов С.В. Электрическая часть электростанций. Учебник для вузов – Л.: Энергия, 1977.

### 2. Електромагнітні перехідні процеси

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.

Рекомендована література:

1. Крючков И.П., Неклепаев Б.Н. и др. Переходные системы в электрических системах. М.: МЭИ, 2008. – 416 с.
2. Ульянов С.А. Электромагнитні перехідні процеси в електричних системах, М.: Енергія, 1970. - 520 с.
3. Винославский В. Н., Пивняк Г. Г., Несен М.И., Рыбалко А. Я., Прокопенко В. У. Перехідні процеси в системах електропостачання, Київ.: Вища школа, 2003.-422 с.

### 3. Електропостачання промислових підприємств та енергозбереження

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.

Рекомендована література:

1. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебн. – 3-е изд. –М.: Высш.шк., 1986. –400 с.
  2. Электротехнический справочник: В 3-х томах. Том 3. Книга 1. Производство и распределение электрической энергии/ Под общ.ред.профессоров МЭИ / 7-е изд.–М.: Энергоатомиздат, 1988. –886 с
  3. Овчаренко А.С., Розинский Д.И. Повышение эффективности электроснабжения промышленных предприятий. Киев, ТЕХНИКА, 1989. –287 с.
4. Основи релейного захисту та автоматики енергосистем

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

Рекомендована література:

1. Чернобровов Н.В. Релейная защита энергетических систем. М: Энергоатомиздат.1988.- 800 с.
2. Андреев В.А.Релейная защита и автоматика систем электроснабжения.. М: Высшая школа, 1991.-496с.
3. Беркович М.А. Автоматика энергосистем. М.: Энергоатомиздат, 1991.- 240с.
4. Барзам А.Б. Системная автоматика . М: Энергоатомиздат, 1989.-446с.
5. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики. Энергоиздат, 1985. 280с

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

### 1. Електричні станції та підстанції

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. Силові 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.
2. Електромагнітні перехідні процеси
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.

### 3. Електропостачання промислових підприємств та енергозбереження

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»?

### 4. Основи релейного захисту та автоматики енергосистем

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.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється за 100 бальною системою: «відмінно», «дуже добре», «добре», «задовільно», «достатньо» і «незадовільно». При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 100-бальною системою	Характеристика відповіді
Відмінно А (90 - 100)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>• глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>• продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>• показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>• у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>
Дуже добре В (82 - 89)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання,</li> <li>• допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>• виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>• допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> </ul>
Добре С (75 -81)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• достатньо повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання,</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>• виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>• допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</li> </ul>
<p>Задовільно D (64 – 74)</p>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>• виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>• допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>• виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>
<p>Достатньо E (60– 63)</p>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• відповів на питання неповно за мінімально допустимими критеріями, допустив багато неточностей в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>• допустив багато неточностей у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• з помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>• виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>

Незадовільно F (1 - 59)	Абітурієнт: <ul style="list-style-type: none"><li>• невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li><li>• виявив незнання більшої частини тем курсу;</li><li>• допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо;</li><li>• неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</li></ul>
----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Схвалено на засіданні кафедри «Електричні станції»

Протокол № 6 від 22.02.2018 р.

Завідувач кафедри ЕС, к.т.н., проф.

О.П.Лазуренко

## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.02 Електричні системи та мережі

#### 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 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 з електротехніки та електротехнологій повинен володіти необхідним спектром вмінь і навиків з розробки та проектування енергоощадних систем електроспоживання з використанням спеціалізованих комп'ютерних програм, розробки систем дистанційного керування системами електропостачання з використанням сучасних інноваційних технологій передачі даних; широким використанням комп'ютерних та інформаційних технологій при проектуванні; впровадження нових технологій на існуючих та нових енергосистемах для підвищення енергоефективності виробництва.

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

- основні технологічні показники нормального функціонування електричних систем;
- конструктивні та функціональні властивості структурних елементів електричних систем та мереж;
- властивості споживачів електроенергії та технологічні умови забезпечення їх електроенергією;
- методи розрахунків усталених режимів електричних мереж та методологію аналізу результатів розрахунків;
- основи проектування електричних мереж;
- основні принципи забезпечення нормального функціонування електричних систем та оптимального управління їх режимами.

причини виникнення, фізичну природу електромагнітних перехідних процесів та їх вплив на режими роботи енергосистем;

основи теорії електромагнітних перехідних процесів

фізичні явища при впливах сильних електромагнітних полів на гази, рідини, тверді тіла;

особливості іонізації та електропровідності у плазмовому стані речовини;

*вміти*:

- оцінювати ефективність технологічного процесу передачі, розподілу та регулювання електроенергії;
- вибрати оптимальні способи забезпечення якості та надійності електропостачання споживачів;
- виконувати розрахунки поточних та перспективних режимів роботи енергосистем з використанням обчислювальної техніки;
- обґрунтовувати інженерні рішення, які приймаються техніко-економічним персоналом формулювати завдання аналізу електромагнітних перехідних процесів, формувати математичні моделі основних елементів та системи в цілому, адекватні поставленому завданню, враховувати основні фактори, що впливають на характер протікання перехідних процесів, виконувати розрахунки струмів коротких замикань при симетричних та несиметричних ушкодженнях із застосуванням ЕОМ

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Електричні системи та мережі .
2. Електромагнітні перехідні процеси в електричних системах
3. Техніка та електрофізика високих напруг.

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Електричні системи та мережі

Джерела реактивної та активної потужностей. Споживачі реактивної та активної потужностей. Конструктивне виконання повітряних ліній. Характеристика умов роботи повітряних ліній. Кабельні лінії. Підстанції та розподільні пункти. Струмопроводи. Розрахункові режими. Задачі та зміст розрахунків усталених режимів ЕЕС. Параметри схем и режимів ЕЕС. Статичні характеристики джерел живлення. Статистичні характеристики навантаження споживачів. Статичні характеристики гілок намагнічування трансформаторів і автотрансформаторів. Статичні характеристики шунтуючих реакторів. Статичні характеристики поперечних елементів схеми заміщення ліній. Загальна характеристика ЛЕП НВН. Вирази, які характеризують процес передавання електричної енергії ЛЕП НВН. Хвильові параметри довгої лінії Розподіл напруги і потужності, яка передається, по довжині ЛЕП НВН. Представлення довгої лінії схемою заміщення з зосередженими параметрами. Передача електричної енергії по лінії постійного струму. Електричні провідки. Електричні мережі. Вплив електроенергетичних мереж на навколишнє середовище. Робочі режими електричних систем і мереж. Баланси активної

та реактивної потужностей енергетичної системи. Резерви потужностей. Системі контролю, управління та захисту в електричних системах і мережах. Регулювання частоти в енергетичній системі. Регулювання напруги в електричній системі та мережі. Види регулювання. Централізоване та місцеве регулювання. Засоби регулювання. Вплив якості електроенергії на роботу елементів електричних мереж. Показники якості електричної енергії. Зв'язок балансу потужностей з показниками якості електричної енергії.

#### Рекомендована література.

1. Электрические системы. Электрические сети. В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др. Под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. – М.: Высш. шк., 1998. – 511с.
2. Электрические системы и сети / Буслова Н.В., Винославский В.Н., Денисенко Г.И. Перхач В.С.; Под ред. Г.И. Денисенко. - К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 584 с.
3. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592с.
4. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях./Ю.Н. Астахов, В.А. Веников, В.В. Ежков и др.; Под ред. В.А. Веникова. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 504с.
5. Расчеты и анализ режимов работы сетей/ Н.Д. Анисимова, В.А. Веников, В.В. Ежков и др.; Под ред. В.А. Веникова. – М.: Энергия, 1974. – 336с.
6. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов/ В.М. Блок, Г.К. Обушев, Л.Б. Паперно и др.; Под ред. В.М. Блок. – М.: Высш. шк. , 1990 – 383с.
7. Петренко Л.И. Электрические сети: Сборник задач. – К.: Вища шк., 1985. – 271с.
8. Справочник по проектированию электроэнергетических систем/ В.В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г.А. Илларионов и др.; Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро.-М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352с.
9. Электротехнический справочник: В 3 т. Т. 3. В 2 кн. Кн. 1. Производство и распределение электрической энергии (Под общ. ред. проф. МЭИ: И.Н. Орлова (гл. ред.) и др.). - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 880 с.
10. Справочник по проектированию электрических сетей/ И.Г. Карапетян, Д.П. Файбисович, И.М. Шапиро; Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 320с.
11. Правила устройства электроустановок. – Х.: Издательство «Индустрия», 2007. – 416 с.
12. Нормы технологического проектирования электрических систем и электрических сетей 35 кВ и выше. ГКД 341.004.003-94. - К.: Минэнерго Украины, 1994. - 32 с.
13. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 6-750 кВ. ГКД. 341.004.001-94. - К.: Минэнерго Украины, 1994. - 138 с.

14. Определение экономической эффективности капитальных вложений в энергетику. Методика (Общие методические положения). ГКД 340. 000.001-95. - К.: Минэнерго Украины, 1995. - 34 с.

15. Определение экономической эффективности капитальных вложений в энергетику. Методика. Энергосистемы и электрические сети. ГКД 340. 000.002-97. - К.: Минэнерго Украины, 1997. - 54 с.

## **2 Электромагнитні перехідні процеси в електричних системах**

Загальні відомості про перехідні процеси в електричних системах, про методи і засоби їх дослідження. Системи одиниць, які застосовуються в розрахунках перехідних процесів. Параметри і характеристики елементів електричних систем в аварійних усталених та перехідних режимах. Математичні моделі електричних систем в аварійних режимах при симетричних коротких замиканнях. Методи та засоби розрахунків над перехідних, ударних та усталених значень струмів при симетричних коротких замиканнях. Загальна характеристика аварійних усталених та перехідних режимів при несиметричних коротких замиканнях и методів їх розрахунку. Параметри і характеристики елементів та схем електричних систем при несиметричних ушкодженнях в електричних мережах з заземленою та ізольованою нейтралю. Фізичне та математичне моделювання в задачах аналізу електромагнітних перехідних процесів в електричних мережах з заземленою та ізольованою нейтралю. Методи і засоби обмеження несприятливих технологічних та екологічних наслідків аварійних режимів електричних систем.

### **Рекомендована література.**

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для вузов/ И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев, М.В. Пираторов; под ред. И.П. Крючкова. М.: Энергоатомиздат, 2008 – 416 с.
2. Ульянов С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М., Энергия, 1970.
3. Ульянов С. А. Сборник задач по электромагнитным переходным процессам. М.: Энергия, 1968.
4. Горев А. А. Переходные процессы синхронной машины. Л., 1985.
5. Вагнер К. Ф., Эванс Р. Д. Метод симметричных составляющих. М.-Л., ОНТИ НКТП, 1936. - 407 с.
6. Розрахунок струмів короткого замикання електроенергетичних систем / Букович Н. В.; За ред. Денисенка Г. І. - Львів : Выща шк. Вид-во Львів. ун-ту, 1988. - 248 с.

7. Атабеков Г. И. Теоретические основы релейной защиты высоковольтных сетей. М.-Л., 1957.- .344 с.

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

Явища у газах під впливом високих напруженостей електричного поля. Визначення напруг пробою (U<sub>пр</sub>). Коронний розряд на лінії електропередачі. Електрична міцність ізоляційних конструкцій. Гірлянда підвісних ізоляторів. Ізоляція електричних апаратів. Вплив атмосферних забруднень. Діагностика стану типових ізоляційних конструкцій. Часткові розряди. Методи абсорбції. Захист від блискавки об'єктів на поверхні землі. Громовідвід (блискавковідвід). Конструювання та реалізація захисту від блискавки, заземлення в установках високої напруги. Генераторні установки та пристрої вимірювання високої напруги. Розрядник захисний вентильний. Конструкція та основні характеристики. Визначення форми напруги на об'єкті, захищеному вентильним розрядником.

#### Рекомендована література

1. Ізоляція високовольтних елементів електричної системи. Заземлення. Навчальний посібник /Гуль В.І. - Харків: ХДПУ, 2000. - 108 с. - Рос. мовою.
2. В.І. Гуль Ізоляція високовольтних елементів електричної системи. Заземлення. Учбовий посібник. Київ, 1993. - 104 с.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Техніка і електрофізика високих напруг" /Гуль В.І., Ізмайлов О.І. - Харків: НТУ "ХПГ", 2002. - 64 с

#### ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

##### **Розділ 1 "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. Дати характеристику, скласти алгоритм вибору і обґрунтування 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 розподілу 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.

## **Розділ 2 "Перехідні процеси в електричних системах"**

1. Параметри елементів електричної системи в аварійних (симетричних і несиметричних) режимах; їх визначення в іменованих і відносних одиницях.
2. Схеми заміщення електричної мережі при симетричних та несиметричних пошкодженнях.
3. Вузлові рівняння для точних і наближених розрахунків аварійних режимів при симетричних К.З.
4. Методи розрахунку ustalених режимів електричних мереж при симетричних К.З.
5. Основні положення методу симетричних складових і застосування для аналізу несиметричних аварійних режимів.
6. Чинники, що впливають на струми К.З., і їх облік при аналізі аварійних режимів.
7. Алгоритм розрахунку аварійних режимів мережі при несиметричних пошкодженнях.
8. Особливості протікання перехідних електромагнітних процесів в електричній мережі з джерелом нескінченної і кінцевої потужності.
9. Практичні методи розрахунку перехідних електромагнітних процесів при К.З.
10. Повні і спрощені рівняння Горєва - Парка.
11. Застосування рівнянь Горєва - Парка для аналізу перехідних електромагнітних процесів.
12. Рівні струмів К.З. в мережах різних номінальних напружень. Зростання рівнів струмів К.З. і необхідність їх обмеження.
13. Методи і технічні засоби обмеження струмів
14. Основные понятия і теореми теорії стійкості. Фазовий портрет. . системи. Типи особливих точок.
15. Межа потужності, що передається і запас статичної стійкості синхронних генераторів.
16. Електромеханічні перехідні процеси при малих відхиленнях від стійкого і нестійкого режиму. Вплив демпфування і АРВ.
17. Метод малих коливань. Критерії статичної стійкості електричних систем.
18. Вияв статичної нестійкості синхронних генераторів і засобу її запобігання.
19. Динамічна стійкість синхронних генераторів і методи її аналізу.
20. Асинхронні режими синхронних генераторів. Причини виникнення, характер протікання і наслідки.

21. Режими роботи із зниженою частотою. Лавина частоти та засоби її запобігання.
22. Характеристики і статична стійкість вузлів навантаження. Лавина. напруження. Критерії статичної стійкості вузлів навантаження.
23. Динамічна стійкість вузлів навантаження. Самозапуск синхронних і асинхронних двигунів.
24. Методи і засоби управління перехідними режимами енергосистем.
25. Заходи щодо поліпшення стійкості режимів роботи енергосистем.

### **Розділ 3 "Техніка високих напруг"**

1. Умови роботи зовнішньої ізоляції електроустановок ВН в реальній експлуатації.
2. Який вплив надає спосіб заземлення нейтралі на вибір ізоляції.
3. Вплив неоднорідності електричного поля на напруження розряду.
4. Чим визначається електрична міцність по поверхні для ізоляційної конструкції?
5. Втрати на корону на ЛЭП і способи зниження втрат.
6. Імпульсна міцність ізоляції. Вольт-секундна характеристика і де вона використовується.
7. Координація ізоляції по іскровому проміжку.
8. Зв'язок між напруженням пробою повітряного проміжку з його довжиною,  $z$ : щільністю повітря.
9. Напруження сухорозрядне, мокророзрядне і вологорозрядне. Як їх визначають?
10. Зниження якісних показників ізоляції при її внутрішньому зволоженні: струм витоку, опір витоку, можливості пробою.
11. Методи профілактичного контролю ізоляції: коефіцієнт абсорбції, вимірювання часткових розрядів.
12. Випробувальний трансформатор. Особливості конструкції. Схема випробувань на базі випробувального трансформатора: визначення сухорозрядного напруження.
13. Генератор імпульсних напружень (ГІН). Формування імпульсу заданої форми і амплітуди.
14. Вимірювання високого напруження. Дільники. Кульовий вимірювальний розрядник.
15. Імпульсні струми. Вимірювання струмів блискавки на опорах ЛЗП.  
Феррореєстратори.
16. Конструкція підтримуючих гірлянд на ЛЕП. Нерівномірність падінь напруження по елементах гірлянди.
17. Перенапруження на подовжній і поперечній ізоляції трансформатора при різкій зміні напруження на його вході.
18. Принцип дії захисних розрядників. Види розрядників.
19. Порівняльна характеристика вентильних розрядників і ОПН.
20. Електричні параметри струму блискавки.

21. Принципи захисту від прямих ударів блискавки. Блискавковідводи.
22. Захисні зони блискавковідводів. Вибір блискавковідводів для захисту об'єкта.
23. Призначення заземлюючих пристроїв в установках ВН. 24. Основные электрические параметры заземлителя и их измерения.
25. Імпульсний опір. заземлюючого пристрою.

Схвалено на засіданні кафедри «Електричні системи та мережі»

Протокол № 8 від 18.02.2018 р.

Завідувач кафедри ПЕЕ, д.т.н., проф.

В.О. Бондаренко

**141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**  
**141.03 Системи управління виробництвом та розподілом електроенергії**

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 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.

Спеціаліст з електротехніки та електротехнологій повинен володіти необхідним спектром вмінь і навиків з електротехніки, електричної частини станцій та підстанцій, електричних систем та мереж, релейного захисту та автоматики. Вступник повинен мати глибоке розуміння процесів виробництва, передачі та розподілу електроенергії.

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

*знати:* конструкцію та принцип дії силових елементів електроенергетичної системи, захисних і вимірювальних приладів, комутаційної апаратури; фізичні ефекти, які лежать в основі виробництва, перетворення та передачі електричної енергії; принципи організації технологічних процесів електричних систем та мереж; основи побудови та функціонування різного типу пристроїв релейного захисту та автоматики електроустановок

*вміти:* застосовувати сучасні експериментальні методи дослідження процесів, які супроводжують виробництво, передачу та розподіл електроенергії, обслуговувати пристрої релейного захисту та автоматики; виконувати роботи по кресленнях і схемах; проводити технічні розрахунки згідно з нормативних документів в електроенергетиці, мати навички роботи із сучасною апаратурою;

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Теоретичні основи електротехніки (лінійні, нелінійні кола, електромагнітне поле).
2. Електротехнічні матеріали.
3. Електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси
4. Релейний захист та автоматика.

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

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Теоретичні основи електротехніки

#### 1.1. Лінійні кола

Електричне коло. Вузли, вітки, контури кола. Джерела живлення. Представлення реальних джерел схемами заміщення. Закони Кірхгофа. Закон Ома. Складання рівнянь для розрахунку струмів в колах за допомогою законів Кірхгофа. Потенціальна діаграма і її застосування. Енергетичний баланс в електричних колах. Метод пропорційних величин. Метод контурних струмів. Принцип накладання і метод накладання. Заміна кількох послідовно та паралельно ввімкнених віток, що не містять джерела е.р.с. та джерела струму, однією еквівалентною. Метод двох вузлів. Метод вузлових потенціалів. Перетворення зірки в трикутник і трикутника в зірку. Активний і пасивний двополюсник. Метод еквівалентного генератора. Передача енергії від джерела до навантаження в колах постійного струму. Синусоїдний струм і основні величини, що його характеризують. Середнє і діюче значення синусоїдно змінної величини. Коефіцієнт амплітуди і коефіцієнт форми. Зображення синусоїдно змінних величин векторами на комплексній площині. Комплексна амплітуда. Комплекс діючого значення. Додавання і віднімання синусоїдних функцій часу на комплексній площині. Векторна діаграма. Миттєва потужність в колах синусоїдного струму. Резистор в колі синусоїдного струму. Індуктивна котушка в колі синусоїдного струму. Конденсатор в колі синусоїдного струму. Символічний метод розрахунку кіл синусоїдного струму. Комплексний опір. Закон Ома для кола синусоїдного струму. Комплексна провідність. Трикутник опорів і трикутник провідностей. Зображення різниці потенціалів на комплексній площині. Топографічна діаграма. Активна, реактивна і повна потужності в колі синусоїдного струму. Виразення потужності в комплексній формі запису. Вимірювання потужності ватметром. Резонанс струмів. Резонанс напруг. Компенсація зсуву фаз. Теорема про баланс активних та реактивних потужностей. Закони Кірхгофа в символічній формі запису. Застосування векторних діаграм для розрахунку електричних кіл синусоїдного струму. Передача енергії від джерела до навантаження в колах синусоїдного змінного струму. Трансформатор і його застосування. Ідеальний та реальний трансформатори. Розрахунок електричних кіл при наявності в них магнітно-зв'язаних котушок. Послідовне з'єднання двох магнітно-зв'язаних котушок. Визначення взаємної індуктивності дослідним шляхом. Трифазна система е.р.с. Принцип роботи трифазного машинного генератора. Трифазне коло. Основні схеми з'єднання трифазних кіл. Методи розрахунку трифазних кіл. Напруга зміщення нейтралі і її розрахунок. Роль нейтрального проводу в трифазній мережі. Пряма і зворотна послідовності чергування фаз в трифазній мережі способи її визначення. Застосування першого

закону Кірхгофа для розрахунку трифазних кіл. Співвідношення між лінійними і фазними напругами і струмами в трифазній системі. Активна, реактивна і повна потужності в трифазній системі. Вимірювання активної потужності в трифазній системі. Переваги трифазних систем. Отримання обертового магнітного поля. Принцип роботи асинхронного двигуна.

## 1.2. Нелінійні кола

Чотириполюсник і його властивості. Рівняння в *A*-формі. Методи визначення коефіцієнтів чотириполюсника. Схеми заміщення чотириполюсників. Зв'язок параметрів схеми заміщення з коефіцієнтами чотириполюсника. Представлення несинусоїдного струму чи напруги у вигляді ряду Фур'є. Вплив симетрії форми кривих несинусоїдного струму (напруги) на значення коефіцієнтів розкладу в ряд Фур'є. Алгоритм розрахунку лінійних електричних кіл при дії джерел несинусоїдних струмів чи напруг. Параметри і коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми і напруги. Потужність в лінійних колах з несинусоїдними струмами і напругами. Перехідні процеси в електричному колі. Причини виникнення перехідних процесів. Методи розрахунку. Методи одержання характеристичного рівняння перехідного процесу. Закони комутації і їх обґрунтування. Класичний метод розрахунку перехідних процесів. Знаходження сталих інтегрування в класичному методі розрахунку перехідних процесів. Особливості перехідних процесів при розмиканні вітки з індуктивністю та замиканні вітки з ємністю. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Закони Ома та Кірхгофа в операторній формі. Внутрішні е.р.с. в колах з перехідним процесом. Операторна схема заміщення кола. Формула розкладу і її застосування при розрахунку перехідних процесів. Нелінійні елементи, їх класифікація, і застосування. Статичні і диференційні опори.

## 2. Електротехнічні матеріали

Будова твердих тіл. Модель металевого, Ван-дер-Ваалівського, ковалентного та іонного зв'язку. Кристалічна структура твердих тіл. Індекси Міллера. Зонна модель будови твердих тіл. Проста модель енергетичних зон. Модель Кроніга-Пені. 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. Пробій діелектрика. Види пробою 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. Електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси**

Загальні відомості о перехідних процесах в електричних системах. Основні допущення, застосовувані в розрахунках електромагнітних перехідних процесів. Параметри елементів розрахункової схеми. Перетворення схем заміщення. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах при коротких замиканнях; Практичні методи розрахунку струмів трифазного короткого замикання. Основні положення в дослідженні несиметричних перехідних процесів. Метод симетричних складових. Правило еквівалентності прямої послідовності. Особливості розрахунку струмів короткого замикання в мережах до 1 кВ. Перехідний процес у синхронній машині, основні параметри синхронної машини. Схема заміщення простої електричної системи. Система відносних одиниць. Кутова характеристика потужності простої системи за відсутності у генератора регулятора збудження. Кутова характеристика потужності неявнополюсного генератора з АРВ пропорційної дії. Кутова характеристика потужності неявнополюсного генератора з АРВ сильної дії. Характеристики режимів найпростішої системи при синхронній швидкості обертання генератора. Енергетичний баланс блоку. Рівняння руху ротора генератора. Здійсненність, або умови існування, сталого режиму. Статична стійкість електроенергетичної системи. Дослідження статичної стійкості простої нерегульованої системи методом малих коливань. Динамічна стійкість електроенергетичної системи. Основні допущення при аналізі динамічної стійкості. Метод площ при роботі електричної станції на шини нескінченної потужності. Метод послідовних інтервалів для розрахунку граничного часу відключення. Заходи по збереженню динамічної стійкості: основні, додаткові та заходи режимного характеру. Характеристики основних елементів вузлів навантаження. Лавина

напруги, як прояв нестійкості вузла навантаження. Фактори, що впливають на стійкість вузлів навантаження. Асинхронні режими в електричних системах, результуюча стійкість. Вимоги до точності підтримки частоти як загальносистемному показнику якості електроенергії. Причини зміни частоти. Огляд заходів щодо поліпшення стійкості електричних систем.

#### **4. Релейний захист та автоматика**

Призначення, основні функції та вимоги до релейного захисту і автоматики. Схеми з'єднання трансформаторів струму та напруг. Максимальний струмовий захист. Захист від замикань на землю. Диференційні захисти. Дистанційні захисти. Високочастотні захисти. Резервування дії релейних захистів та вимикачів. Захист шин станцій і підстанцій. Автоматичне включення резервного живлення. Автоматичне повторне включення. Основи РЗА електростанцій. Основи РЗА підстанцій. Характеристика традиційних пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА). Характеристика цифрових пристроїв РЗА. Релейний захист ліній. Релейний захист розподільних пристроїв. Релейний захист трансформаторів 110-330 кВ. Релейний захист генераторів та енергоблоків. Релейний захист електричної мережі 27,5 кВ. Захист електричної мережі постійного струму. Захист установок ємкісної компенсації. Захист перетворюючих агрегатів. Захист установок 0,4 кВ.

### **ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

#### **1. Теоретичні основи електротехніки**

1. Електричне коло. Вузли, вітки, 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 е.р.с. Принцип роботи трифазного машинного генератора. Трифазне коло.
  14. Застосування першого закону Кірхгофа для розрахунку трифазних кіл.
  15. Співвідношення між лінійними і фазними напругами і струмами в трифазній системі.
  16. Активна, реактивна і повна потужності в трифазній системі. Вимірювання активної потужності в трифазній системі.
  17. Переваги трифазних систем.
  18. Отримання обертового магнітного поля. Принцип роботи асинхронного двигуна.
  19. Чотириполюсник і його властивості. Рівняння в  $A$ -формі.
  20. Методи визначення коефіцієнтів чотириполюсника. Схеми заміщення чотириполюсників.
  21. Представлення несинусоїдного струму чи напруги у вигляді ряду Фур'є.
  22. Алгоритм розрахунку лінійних електричних кіл при дії джерел несинусоїдних струмів чи напруг.
  23. Потужність в лінійних колах з несинусоїдними струмами і напругами.
  24. Перехідні процеси в електричному колі.
  25. Закони комутації і їх обґрунтування.
  26. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Закони Ома та Кірхгофа в операторній формі.
  27. Нелінійні елементи, їх класифікація, і застосування. Статичні і диференційні опори.

## **2. Електротехнічні матеріали**

1. Будова твердих тіл. Модель металевого, Ван-дер-Ваалівського, ковалентного та іонного зв'язку.
2. Кристалічна структура твердих тіл. Індокси Міллера.
3. Зонна модель будови твердих тіл. 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 компанди. 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. Електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси**

1. Що таке коротке замикання?
2. Що розуміється під перехідним процесом?
3. Що розуміється під нормальним режимом?
4. З якою метою розраховують струми короткого замикання?
5. Який вид короткого замикання відбувається рідше за інші?
6. За яких умов повний струм короткого замикання матиме максимально можливе значення?
7. В чому полягає суть метода симетричних складових?
8. В чому полягає суть правила еквівалентності прямої послідовності?

9. Якими параметрами характеризується генератор в синхронному (усталеному) режимі та в початковий момент раптової зміни режиму за відсутності у нього демпферних обмоток ?
10. Що таке статична стійкість, види порушення статичної стійкості?
11. Вкажіть причини, що обумовлюють порушення статичної стійкості типу «Самозбудження».
12. Вкажіть умови існування сталого режиму.
13. Що таке проста система?
14. Який характер буде мати перехідний процес в простій системі, якщо характеристичне рівняння системи має наступний вигляд  $p^2 + 3p + 5 = 0$  ?
15. Запишіть основне рівняння руху ротора генератора.
16. Що таке динамічна стійкість ?
17. Що є причинами порушення динамічної стійкості?
18. У чому суть методу площ ?
19. Поясніть фізичний зміст площі прискорення і гальмування при використанні методу площ для аналізу динамічної стійкості .
20. Для чого при аналізі динамічної стійкості використовується метод послідовних інтервалів?
21. Назвіть основні заходи щодо поліпшення динамічної стійкості .
22. Що розуміється під результируючою стійкістю ?
23. Назвіть ознаки асинхронного ходу в системі.
24. Назвіть необхідна і достатня умови ресинхронізації генератора.
25. Назвіть фактори , що впливають на стійкість вузла навантаження .
26. Що розуміється під « лавиною напруги » в системі ?
27. Що обумовлює зміна частоти в системі ?
28. Що розуміється під « лавиною частоти » в системі ?

#### **4. Релейний захист та автоматика**

1. Назвіть принцип дії диференційного захисту.
2. Назвіть принцип дії дистанційного захисту.
3. Назвіть принцип дії максимального струмового захисту.
4. Назвіть принцип дії високочастотного захисту.
5. Які види захисту використовують на генераторах?
6. Які види захисту використовують на трансформаторах?
7. Які види захисту використовують на енергоблоках?
8. Які види захисту використовують на лініях електропередач?

9. Які види захисту використовують на двигунах?
10. Які види захисту використовують на збірних шинах станцій і підстанцій.
11. Які вимоги висуваються до пристроїв релейного захисту та автоматики
12. Які види захисту використовують в електричній мережі постійного струму?
13. Які види захисту використовують в електричній мережі 27,5 кВ?
14. Які види захисту використовують в установках ємкісної компенсації?
15. Які види захисту використовують в перетворюючих агрегатах?
16. Які види захисту використовують в установках 0,4 кВ?
17. Поясніть явище самозапуска двигунів при АВР.
18. Витримка часу при одноразовому і двократному АПВ?
19. У чому достоїнства і недоліки електромеханічних реле захисту?
20. У чому переваги мікропроцесорних терміналів захисту?
21. На що реагує газовий захист трансформатора?
22. Який вигляд мають характеристики спрацьовування першого ступеня дистанційного захисту?
23. Що обмежує чутливість диференціального захисту трансформатора?
24. У чому принципова відмінність дистанційного захисту від пристроїв визначення місця короткого замикання?
25. Як визначається надійність мікропроцесорних пристроїв РЗА?
26. Функції сучасних пристроїв реєстрації аварійних подій і їх технічні характеристики?

#### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Перхач В.С. Теоретична електротехніка: Лінійні кола: Підручник. Київ, ВШ, 1992.- 439 с.
2. Лосев А.К. Теория линейных электрических цепей. –М.: ВШ, 1987. –512 с.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.: «Высшая школа», 1984.
4. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. –Л.: Энергоиздат, 1981. – Т.1, 2.
5. Теоретические основы электротехники / Под ред. П.А.Ионкина.- М.: ВШ, 1976. – Т.1, 2.
6. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. – М.: Энергия, 1975. – 752 с.
7. Атабеков Г.И. Основы теории цепей. –М.: Энергия, 1969. – 424 с.
8. Богородецкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы. – Л.: Энергоиздат, 1985. – 304 с.

9. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. – М.: ВШ, 1986. – 367 с.
10. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники: задачи и вопросы. – М.: ВШ, 1990. – 208 с.
11. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. – М.: ВШ, 1991. – 351 с.
12. Виноградов Ю.В. Основы электронной и полупроводниковой техники. – М.: Энергия, 1972. – 536 с.
13. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. - М.: Высш. шк., 1970.- 472 с.
14. Винославський В. Н., Пивняк Г. Г., Несен М.И., Рыбалко А. Я., Прокопенко В. У. Перехідні процеси в системах електропостачання. – Київ.: Вища школа, 1989.-422 с.
15. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. – М.: Энергия, 1979.
16. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу “Электромеханические переходные процессы ” для студентов специальностей: 6.05070101 – “Электрические станции”, 6.05070106 – “Системы управления производством и распределением электроэнергии” / Состав. Рудевич Н.В., Пискурев М.Ф. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2011. – 84 с.
17. Методические указания к выполнению курсовой работ «Расчет статической и динамической устойчивости простой электрической системы» по курсу “Электромеханические переходные процессы ” для студентов специальностей: 6.05070101 – “Электрические станции”, 6.05070106 – “Системы управления производством и распределением электроэнергии” / Состав. Рудевич Н.В., Пискурев М.Ф. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2011. – 40 с.
18. Беркович М.А. Основы техники релейной защиты.- М.: Энергоатомиздат, 1984. - 376 с.
19. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. -М.: Высшая школа, 1991. -496 с.
27. Чернобровов Н.В. Релейная защита энергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - 800 с.
28. Барзам А.Б. Системная автоматика. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 446 с.
29. Беркович М.А. Автоматика энергосистем.- М.: Энергоатомиздат, 1991.-240с.
30. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики –Л.: Энергоиздат, 1985.- 280 с

Схвалено на засіданні кафедри «Автоматизація та кібербезпека енергосистем»

Протокол № 7 від 01.02.2018 р.

Завідувач кафедри АКЕС, д.т.н., проф.

О.Г. Гриб

**141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**  
**141.04 Електроізоляційна, кабельна та оптоволоконна техніка**

**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 освітнього ступеня «магістр».

Вступник повинен продемонструвати базові знання та уміння, які дозволяють йому отримати допуск до підготовки на здобуття кваліфікації магістра за відповідним напрямом підготовки, яка передбачає роботу в галузі конструювання електричної ізоляції і комплектних пристроїв з використанням спеціалізованих комп'ютерних програм, а також роботу з впровадження нових технологій на існуючих та нових виробничих підприємствах для підвищення конкурентноздатності продукції та підвищення енергоефективності її виробництва.

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

**знати:** методи моделювання та розрахунки основного електротехнічного обладнання, основні технологічні процеси виготовлення ізоляції обладнання станцій і підстанцій, силових і комунікаційних кабелів і проводів, елементи оптоволоконної техніки, конструктивні особливості

**вміти:** розраховувати та конструювати елементи електроізоляційних систем, діагностувати їх стан в процесі експлуатації.

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

**ОСНОВНІ ПИТАННЯ**

1. Обладнання електричних станцій та підстанцій. Вплив електричної ізоляції на габарити, масу, технічні характеристики.
2. Елементи електроенергетичних систем та мереж. Ізоляція повітряних та кабельних мереж підприємства.
3. Вибір обладнання, методи обслуговування, експлуатація і діагностика стану електричної ізоляції систем електропостачання міст, промислових підприємств сільського господарства, транспортних систем та об'єктів.
4. Установки високої напруги різного призначення. Основні елементи високовольтних установок для технологічних цілей.

5. Електроізоляційні та електротехнічні матеріали. Електричні та хімічні властивості. Методи діагностики.
6. Провідникові матеріали електротехнічних пристроїв. Сплави високої та низької електропровідності, їх застосування.
7. Термін роботи електричної ізоляції. Вплив умов експлуатації обладнання на його ресурс.
8. Захист ізоляції електроенергетичного та електронного обладнання від блискавки і підвищеної перенапруги.
9. Електрична ізоляція електроенергетичних та електротехнічних пристроїв, кабельні вироби та проводи.
10. Матеріали і системи електричної ізоляції кабелів, електричних конденсаторів.
11. Накопичувачі електричної енергії транспортних засобів.
12. Особливості експлуатації та контролю електричної ізоляції автоматизованих електроенергетичних систем суден.
13. Обладнання для електричних випробувань систем ізоляції елементів електроенергетики та електроніки.
14. Електричне господарство заводських лабораторій промислових підприємств.
15. Заводське електрообладнання низької та високої напруги. Електротехнічні пристрої мережі підприємств та організацій.
16. Конструкція і матеріали силових кабелів до 1 кВ та вище.
17. Вимоги до сучасних електроізоляційних та конструктивних матеріалів силових та оптоволоконних кабелів.
18. Електричні та оптичні телекомунікаційні кабелі для абонентських телефонних мереж.
19. Кабелі мереж кабельного та супутникового телебачення.
20. Оптичні кабелі систем управління для діагностичних медичних приладів та систем передачі інформації у швидкісних телекомунікаційних системах.

#### КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється за чотирибальною системою: «відмінно» (5), «добре» (4), «задовільно» (3), «незадовільно» (2).

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка	Характеристика відповіді
<b>Відмінно (5)</b>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>* глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>* продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>* правильно виконав необхідні розрахунки, практично засосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>* показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>* показав вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>* у відповідях не допустив помилок, виконав завдання ґраматично та стилістично ґрамотно і у відповідності з вимогам</li> </ul>
<b>Добре (4)</b>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>* виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>* правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>* допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>* виконав завдання з окремими ґраматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</li> </ul>
<b>Задовільно (3)</b>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>* виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>* допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>* з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>* виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними та стилістичними помилками.</li> </ul>
<p><b>Незадовільно</b> <b>(2)</b></p>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні з вдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li> <li>* виявив незнання більшої частини курсу;</li> <li>* допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань, тощо;</li> <li>* Неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</li> </ul>

Затверджено на засіданні кафедри електроізоляційна та кабельна техніка  
протокол № 7 від 04.03.2018 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.

Гурин А.Г.

**141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**  
**141.05 Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології**

**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 з енергетичного менеджменту повинен володіти необхідним спектром вмінь і навиків з розробки та впровадження заходів з енергозбереження при виробництві, розподілі та споживанні різних видів енергії; проведення енергетичного аудиту підприємств та установ; розробки та впровадження систем енергопостачання на базі відновлюваних джерел енергії; використання сучасних інформаційних технологій автоматизованого збору та обробки даних про енергоспоживання та управління ним.

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

знати: основи електротехніки, теплотехніки, енергоменеджменту та енергоаудиту, електропостачання промислових підприємств, будови електричних станцій та підстанцій, електричних мереж

вміти: здійснювати вимірювання електричних та теплових величин; використовувати комп'ютерну техніку для аналізу енергоспоживання; розраховувати параметри електричної частини електростанцій та систем електропостачання, засобів їх автоматики.

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Електропостачання промислових підприємств. Споживачі енергії.
2. Основи енергоменеджменту

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

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Електропостачання промислових підприємств. Споживачі енергії.

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.

Рекомендована література:

4. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебн. – 3-е изд. –М.: Высш.шк., 1986. –400 с.
5. Электротехнический справочник: В 3-х томах. Том 3. Книга 1. Производство и распределение электрической энергии/ Под общ.ред.профессоров МЭИ / 7-е изд.–М.: Энергоатомиздат, 1988. –886 с
6. Овчаренко А.С., Розинский Д.И. Повышение эффективности электроснабжения промышленных предприятий. Киев, ТЕХНИКА, 1989. –287 с.

### 2. Основи енергоменеджменту

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

Рекомендована література:

1. Энергетический менеджмент / Під заг. ред. А. В. Праховника. –К.: Альянс за збереження енергії, 2001. – 568 с.
2. Маляренко В.А. Немировський І.А., Енергозбереження та енергетичний аудит, Харків, НТУ «ХП», 2011. –367с.

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

1. Електропостачання промислових підприємств. Споживачі енергії.
32. 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.
33. Якість електричної енергії. Зниження втрат електроенергії за рахунок підвищення якості електроенергії. Методи та засоби підвищення якості електричної енергії в мережах електропостачання.
34. Характерні приймачі електроенергії. Основні параметри, їх характеристики. Особливості роботи окремих видів електроприймачів.
35. 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.
36. Методи і засоби вирівнювання графіків навантаження енергосистем. Принципи функціонування.
37. Автоматизовані системи обліку і контролю споживання електроенергії на промислових підприємствах. Їх місце в системі підвищення ефективності використання енергоресурсів. Основні компоненти таких систем.
38. Способи керування системами освітлення. Пускорегулювальна апаратура: характеристика, особливості застосування. Розрахунок (методика розрахунку) економії електроенергії в діючих системах освітлення приміщень. Організаційно-експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності систем освітлення.
39. Структура балансу електроенергії. Визначення технологічних втрат електроенергії в системах електропостачання. Заходи підвищення технічного рівня та забезпечення оптимальних експлуатаційних режимів роботи електромереж.
40. Визначення втрат потужності і електроенергії в системі електропостачання промислових підприємств. Визначення еквівалентних опорів і їх вживання в розрахунках втрат.
41. 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.
42. Визначення втрат потужності і електроенергії в електродвигунах з постійним навантаженням. Способи зменшення втрат і збільшення ефективності використання енергоресурсів.

43. Складання електробалансу на промисловому підприємстві. Основні статті витрати електроенергії. Цілі складання електробалансу і заходу, що розробляються за наслідками дослідження.
44. Основні заходи, вживані на промислових підприємствах з метою зменшення втрат потужності і енергії.
45. Втрати потужності і енергії в силових трансформаторах. Способи їх зменшення. Втрати активної і реактивної потужності.

## 2. Основи енергоменеджменту

46. 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.
47. Організаційно-експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності систем вентиляції. Способи зменшення втрат енергії при транспортуванні повітря у системах вентиляції.
48. 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.
49. 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.
50. Прямий та зворотний баланси, в чому їх різниця.
51. Види електрозварювання. Визначення питомих витрат енергії при електрозварюванні. Технологічні заходи підвищення енергоефективності зварювання. Організаційно-експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності зварювання.
52. Шляхи підвищення ККД теплогенераторів.
53. Режим 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.

54. Принцип роботи, конструктивні елементи та область застосування теплових насосів. Процеси перетворення енергії в теплових насосах. Організаційно-експлуатаційні заходи підвищення енергоефективності теплових насосів.
55. 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.
56. Енергоємність, види енергоємності та їх оцінка.
57. Комплексне вироблення теплової і електричної енергії. Переваги і недоліки. Основні чинники, що визначають доцільність вживання.
58. 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.
59. Види систем комбінованого вироблення теплової і електричної енергії. Їх порівняльна характеристика. Области вживання. Способи збільшення коефіцієнта корисної дії.
60. Шляхи підвищення енергоефективності в будівництві.
61. Критерії енергобезпеки держави. У чому різниця між енергобезпекою та енергонезалежністю. Основні засади Європейської Хартії.
62. Вторинні енергетичні ресурси, їх оцінка.
63. Основні напрями підвищення ефективності вироблення, розподілу і споживання електроенергії.

#### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється за 100 бальною системою: «відмінно», «дуже добре», «добре», «задовільно», «достатньо» і «незадовільно». При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 100-бальною системою	Характеристика відповіді
Відмінно А (90 - 100)	Абітурієнт: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>• глибоко аргументував прийняті рішення;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>• показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>• у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>
<p>Дуже добре В (82 - 89)</p>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання,</li> <li>• допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>• виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>• допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> </ul>
<p>Добре С (75 -81)</p>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• достатньо повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання,</li> <li>• допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>• виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</li> </ul>
Задовільно D (64 – 74)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>• виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>• допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>• виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>
Достатньо E (60– 63)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• відповів на питання неповно за мінімально допустимими критеріями, допустив багато неточностей в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>• допустив багато неточностей у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• з помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>• виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>
Незадовільно F (1 - 59)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li> <li>• виявив незнання більшої частини тем курсу;</li> <li>• допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо;</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>• неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</li></ul>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Схвалено на засіданні кафедри «Електричні станції»

Протокол № 6 від 22.02.2018 р.

Завідувач кафедри ЕС, к.т.н., проф.

О.П.Лазуренко

## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.06 Електричні машини

#### АНОТАЦІЯ

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

#### ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступні випробування охоплюють перелік фахових дисциплін.

Абітурієнт повинен знати основні питання загального курсу електричних машин, основ електротехніки та конструювання і виробництва електричних машин.

#### ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ

1. Рівняння напруг, МРС та струмів трансформатора. Схема заміщення трансформатора.
2. Конструкція осердя ротора асинхронної машини.
3. Що називається виробничим технологічним процесом?
4. Визначення параметрів трансформатора за допомогою дослідів холостого ходу та короткого замикання.
5. Конструкція та кріплення лобових частин статорних обмоток електричних машин змінного струму.
6. З яких основних елементів складається штамп?
7. Енергетична діаграма трансформатора. ККД трансформатора. Залежність ККД від величини навантаження.
8. Конструкція контактних кілець.
9. Технологія виконання бандажів зі склострічки.
10. Групи з'єднання трифазних трансформаторів.
11. Конструкція пускової (заспокійливої) обмотки синхронної машини.
12. Схема механічної обробки корпусу з набраним до нього осердям.
13. Ввімкнення трансформаторів на паралельну роботу. Наслідки порушення умов ввімкнення.
14. Типи обмоток статора машин змінного струму, їх параметри. Вимоги до обмоток статора.
15. Конструкція фазної обмотки ротора асинхронної машини.

16. На які класи підрозділяють тонколистову електротехнічну сталь за структурним станом та видом прокату?
17. Енергетична діаграма та ККД асинхронної машини.
18. Конструкція осердя якоря машини постійного струму з аксіальною системою вентиляції.
19. Електромагнітний момент асинхронної машини. Механічна характеристика. Вплив опору ротора та напруги на моменти асинхронного двигуна.
20. Конструкція полюсів машин постійного струму.
21. Які сплави на основі міді застосовують в електромашинобудуванні?
22. Способи регулювання частоти обертання асинхронних двигунів.
23. Конструкція станини машини постійного струму.
24. Які основні складові вміщує просочувальний лак.
25. Характеристики синхронного генератора при автономній роботі.
26. Конструкція короткозамкненої обмотки ротора асинхронного двигуна.
27. Які технічно цінні властивості має мідь як провідниковий матеріал?
28. Умови ввімкнення синхронної машини на паралельну роботу з мережею. Порядок синхронізації.
29. Конструкція обмоток головних та додаткових полюсів машин постійного струму.
30. Які основні вимоги висуваються до валів електричних машин?
31. Типи обмоток якоря машини постійного струму, їх параметри.
32. Конструкція корпусу та осердя статора машини змінного струму.
33. Що являє собою технологічний процес складання осердя статора?
34. Вплив реакції якоря синхронної машини на її характеристики.
35. Типи машин постійного струму за способом збудження.
36. Реакція якоря машини постійного струму.
37. Характеристики двигунів постійного струму паралельного збудження.

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Міліх В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Підручник., 2008 – 688 с.
2. Юхимчук В.Д. Технологія виробництва електричних машин: Підручник, 2012. – 750 с.
3. Кацман М.М. Расчет и конструирование электрических машин: Учебник, 1984. – 360 с.
4. Кацман М.М. Электрические машины, М.: Высшая школа, 1990. — 463 с.
5. Бессонов Л.А. Теоретичні основи електротехніки: Підручник, 1996. – 638 с.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється чотирьохбальною системою:

«відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

<b>Оцінка за 5 бальною системою</b>	<b>Характеристика відповіді</b>
<b>Відмінно (5)</b>	Абітурієнт ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання; глибоко аргументував прийняті рішення; продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади; правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх; показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу; у відповідях не допустив помилок, виконав завдання ґраматично та стилістично ґрамотно і у відповідності з вимогами.
<b>Добре (4)</b>	Абітурієнт повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко; виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади; правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх; допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу; виконав завдання з окремими ґраматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.

<p><b>Задовільно</b> <b>(3)</b></p>	<p>Абітурієнт відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень; виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади; допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу; з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати; виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</p>
<p><b>Незадовільно</b> <b>(2)</b></p>	<p>Абітурієнт: невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину); виявив незнання більшої частини тем курсу; допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо; неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</p>

Схвалено на засіданні кафедри «Електричні машини»

Протокол № 9 від 19.03.2018 р.

Завідувач кафедри електричних машин

В.І. Мілих

## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.07 Електричні апарати

#### 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 електричних апаратів й комплектних пристроїв з використанням спеціалізованих комп'ютерних програм та широким використанням комп'ютерних та інформаційних технологій при проектуванні та дослідженні електромеханічних апаратів комутації, керування та захисту, а також роботу з впровадження нових технологій на існуючих та нових виробничих 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, основи теорії електричних машин, а також основні відомості про електричні апарати, їх призначення та особливості застосування.

**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 апаратів, а також обирати відповідні електричні машини й апарати для різноманітних електротехнічних комплексів..

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Теоретичні основи електротехніки (лінійні та нелінійні кола, електромагнітне поле);
2. Електротехнічні матеріали;
3. Основи метрології та електричних вимірювань;
4. Електричні апарати

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 чотириполісників. Визначення первинних параметрів та параметрів схем заміщення чотириполісників. Повторні

параметри чотирьополісників. 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 й 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. Еквіпотенційні 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. Стаціонарне електричне поле. Закон Ома у диференційній формі.

### 1.5. Магнітне поле постійних струмів

Стаціонарне 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 взаємоіндуктивність.

Енергія та сили у електромагнітному полі.

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

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

### 1.6. 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  $\text{rot}$ ,  $\text{div}$ ,  $\text{grad}$ .

### Рекомендована література

1. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники, Т.1, 2. – Л.: Энергоиздат, 1981.
2. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники, Т.1, 2. – М.: Энергия, 1978.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.: «Высшая школа», 1984.
4. Зевеке Г.В. Основы теории цепей. – Л.: Энергоиздат, 1989.
5. Боев В.М. Теоретические основы электротехники: Электромагнитное поле. Уч. пособие. 1994.
6. Колобков Д.С., Самсонов В.П., Чернышов П.Н., Марченко О.Ю. Теория электромагнитных цепей. Ч.1. Анализ электрических цепей постоянного и переменного тока. Уч. пособие, 1994.
7. Шебес М.Р. Задачник по теории линейных электрических цепей. М.: «Высшая школа», 1989.
8. Бессонов Л.А. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. М.: «Высшая школа», 1980.
9. Ионкин П.А. Сборник задач и упражнений по теоретическим основам электротехники. – Л.: Энергоиздат, 1982.
10. Теоретические основы электротехники / Под ред. П.А.Ионкина, Т.1, 2. – М.: ВШ, 1976.
11. Атабеков Г.И. Основы теории цепей. – М.: Энергия, 1969. – 424 с.
12. Перхач В.С. Теоретична електротехніка: Лінійні кола: Підручник. Київ; Вища школа, 1992. – 439 с.
13. Лосев А.К. Теория линейных электрических цепей. – М.: ВШ, 1987. – 512 с.

## 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. Пробій діелектрика. Види пробою 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.

#### **Рекомендована література**

1. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы. – Л.: Энергоиздат, 1985. – 304 с.
2. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. – М.: Вища школа, 1986. – 367 с.
3. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники: задачи и вопросы. – М.: ВШ, 1990. – 208 с.
4. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. – М.: Вища школа, 1991. – 351 с.
5. Виноградов Ю.В. Основы электронной и полупроводниковой техники. – М.: Энергия, 1972. – 536 с.

### **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.

### **Рекомендована література**

1. Основы метрологии и электрические измерения. Учебник под ред. Е.М. Душина. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 479 с.
2. Малиновский В.И. и др. Электрические измерения. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 416 с.
3. В.М. Чинков Основы метрології та вимірювальної техніки. Навчальний посібник. Х.: НТУ «ХПІ», 2005г. – 524 с.
4. Кондрашов С.И. и др. Сертификация и подтверждение соответствия в Украине. Учебное пособие. Х.: НТУ «ХПИ», 2006 г.
5. Дякин В.И. Аналоговые измерительные приборы. Учебное пособие. Х.: НТУ «ХПИ», 2006 г. – 131с.

## **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 апаратів.

### 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. Інтегральні Джоуля апаратів захисту. Позначення та маркування електричних апаратів.

### 4.3. Електромеханічна апаратура. Призначення та застосування

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

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

*Електромеханічні 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

### Рекомендована література

1. 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.
2. Чунихин А.А. Электрические аппараты. Общий курс.- М.: Энергоатомиздат, 1989. – 720 с.

## 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 Максвелла в інтегральній та диференціальній формах.
41. Повний електричний струм. Друге рівняння Максвелла в інтегральній та диференціальній формах.
42. Повна система рівнянь Максвелла в діелектрику.
43. Рівняння Максвелла 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 омметра 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. Полюс та порт комутаційного апарата.
4. Контакти електричних апаратів: головний контакт, дугогасний контакт, допоміжний контакт, контакт керування.
5. Дугогасні системи. Магнітне дуття. 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 IP.
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 (СП).
55. Системи порядкування кабелів.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється за чотирибальною системою: «відмінно» (5), «добре» (4), «задовільно» (3), «незадовільно» (2).

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виражена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка	Характеристика відповіді
<b>Відмінно (5)</b>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>• глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>• продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>• показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>• показав вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>• у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>
<b>Добре (4)</b>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на</li> </ul>

	<p>питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>• допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</li> </ul>
<p><b>Задовільно</b> <b>(3)</b></p>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>• виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>• допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>• виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>
<p><b>Незадовільно</b> <b>(2)</b></p>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li> <li>• виявив незнання більшої частини тем курсу;</li> <li>• допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо;</li> <li>• неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати/</li> </ul>

Затверджено на засіданні кафедри електричних апаратів  
протокол № 14 від 27.02.2018 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.

Клименко Б.В.

## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.08 Електропобутова техніка

#### 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, конструювання, виробництва, сервісного обслуговування та ремонту електропобутової техніки з використанням спеціалізованих комп'ютерних програм та широким використанням комп'ютерних та інформаційних технологій при проектуванні, дослідженні, сервісному обслуговуванні, ремонті електропобутових приладів, а також роботу з впровадження нових технологій на існуючих та нових виробничих підприємствах для підвищення конкурентоздатності продукції та підвищення енерго-ефективності 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, основи метрології та електричних вимірів, а також основні відомості про електропобутову техніку, її призначення, конструктивний устрій, принцип дії, особливості застосування.

**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 електропобутових приладів, обирати вимірювальні прилади та проводити електричні виміри, обирати відповідну електричну апаратуру електропобутових приладів.

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Теоретичні основи електротехніки (лінійні та нелінійні кола, електромагнітне поле);
2. Електротехнічні матеріали;
3. Основи метрології та електричних вимірювань;
4. Основи електропобутової техніки.

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 двополосника 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 чотириполіусників. Визначення первинних параметрів та параметрів схем заміщення чотириполіусників. Повторні параметри чотириполіусників. 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. Еквіпотенційні 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. Стаціонарне електричне поле. Закон Ома у диференціальній формі.

### **1.5. Магнітне поле постійних струмів**

Стаціонарне 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 взаємодуктивність.

Енергія та сили у електромагнітному полі.

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

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

### **1.6. 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  $\text{rot}$ ,  $\text{div}$ ,  $\text{grad}$ .

### Рекомендована література

1. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники, Т.1, 2. – Л.: Энергоиздат, 1981.
2. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники, Т.1, 2. – М.: Энергия, 1978.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.: «Высшая школа», 1984.
4. Зевеке Г.В. Основы теории цепей. – Л.: Энергоиздат, 1989.
5. Боев В.М. Теоретические основы электротехники: Электромагнитное поле. Уч. пособие. 1994.
6. Колобков Д.С., Самсонов В.П., Чернышов П.Н., Марченко О.Ю. Теория электромагнитных цепей. Ч.1. Анализ электрических цепей постоянного и переменного тока. Уч. пособие, 1994.
7. Шебес М.Р. Задачник по теории линейных электрических цепей. М.: «Высшая школа», 1989.
8. Бессонов Л.А. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. М.: «Высшая школа», 1980.
9. Ионкин П.А. Сборник задач и упражнений по теоретическим основам электротехники. – Л.: Энергоиздат, 1982.
10. Теоретические основы электротехники / Под ред. П.А.Ионкина, Т.1, 2. – М.: ВШ, 1976.
11. Атабеков Г.И. Основы теории цепей. – М.: Энергия, 1969. – 424 с.
12. Перхач В.С. Теоретична електротехніка: Лінійні кола: Підручник. Київ; Вища школа, 1992. – 439 с.
13. Лосев А.К. Теория линейных электрических цепей. – М.: ВШ, 1987. – 512 с.

## 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. Пробій діелектрика. Види пробою 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: магніодіелектрики, 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.

#### **Рекомендована література**

1. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы. – Л.: Энергоиздат, 1985. – 304 с.
2. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. – М.: Вища школа, 1986. – 367 с.
3. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники: задачи и вопросы. – М.: ВШ, 1990. – 208 с.
4. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. – М.: Вища школа, 1991. – 351 с.
5. Виноградов Ю.В. Основы электронной и полупроводниковой техники. – М.: Энергия, 1972. – 536 с.

### **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 омметра 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.

### **Рекомендована література**

1. Основы метрологии и электрические измерения. Учебник под ред. Е.М. Душина. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 479 с.
2. Малиновский В.И. и др. Электрические измерения. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 416 с.
3. В.М. Чинков Основи метрології та вимірювальної техніки. Навчальний посібник. Х.: НТУ «ХПИ», 2005г. – 524 с.
4. Кондрашов С.И. и др. Сертификация и подтверждение соответствия в Украине. Учебное пособие. Х.: НТУ «ХПИ», 2006 г.
5. Дякин В.И. Аналоговые измерительные приборы. Учебное пособие. Х.: НТУ «ХПИ», 2006 г. – 131с.

## **4. ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОБУТОВОЇ ТЕХНІКИ**

### **4.1. Призначення, класифікація та основні відомості про електропобутову техніку.**

Визначення та призначення електропобутової техніки. Класифікація електропобутової техніки. Відповідність електропобутової техніки стандартам. Технічні регламенти щодо електропобутових приладів в Україні. Енергетична ефективність побутових приладів. Директиви Європейського парламенту та Ради Європейського Союзу щодо енергоефективності електропобутової техніки. Типи (класи) захисту від ураження електричним струмом. Ступені захисту електропобутових приладів від вологи. Способи встановлення електропобутових

приладів. Перетворення електричної енергії в електропобутовій техніці. Режими роботи електропобутових приладів. Способи кріплення шнура живлення електропобутових приладів. Номінальні поперечні перерізи шнурів живлення. Маркування електропобутової техніки.

#### **4.2. Вимоги до електропобутових приладів. Умови експлуатації.**

Вимоги по захисту від ураження електричним струмом. Вимоги по вологостійкості. Вимоги по електричній міцності та опору ізоляції. Вимоги по допустимих перевищеннях температури. Вимоги по рівню шуму. Вимоги по рівню радіоперешкод. Види радіоперешкод та методи боротьби з ними. Вимоги по стійкості та механічній безпеці. Вимоги по механічній міцності. Умови експлуатації електропобутових приладів. Маркування електропобутової техніки.

#### **4.3. Побутові прилади електроопалення.**

Сутність та призначення системи опалення. Переваги електроопалювальних систем та приладів. Види електроопалення. Класифікація побутових приладів електроопалення (по способу тепловіддачі, по місцю експлуатації, по способу встановлення, по конструктивному виконанню).

Електроконвектори. Призначення. Класифікація. Устрій. Принцип дії. Способи встановлення. Конструктивні особливості нагрівальних елементів (відкритих, закритих). Регулювання потужності та температури. Перемикачі потужності та терморегулятори у конвекторах. Призначення, устрій та особливості використання термовимикачів та датчиків положення у електроконвекторах. Електричні схеми. Основні характеристики. Додаткові пристрої електроконвекторів (програмований таймер, дистанційне керування, зволожувач повітря, іонізатор повітря, сушарка).

Електрокаміни та ІЧ-обігрівачі. Сутність ІЧ-нагріву. Призначення та принцип дії. Класифікація. Способи встановлення. Типи нагрівальних елементів (лінійні, зосереджені, відкриті, закриті). Форми відбивачів та світлових вікон. Регулювання потужності та температури. Особливості конструктивних виконань. Електричні схеми. Основні характеристики. Додаткові пристрої та обладнання. Функціональні та функціонально-декоративні обігрівачі.

Електрорадіатори та електроопалювальні панелі. Призначення та принцип дії. Класифікація. Способи встановлення. Конструктивний устрій нагрівальних елементів. Регулювання потужності та температури. Особливості конструктивних виконань. Електричні схеми. Основні характеристики. Додаткові пристрої та обладнання.

Електротепловентилятори. Призначення та принцип дії. Класифікація. Способи встановлення. Конструктивний устрій нагрівальних елементів (відкриті, закриті у вигляді ТЕНу, із напівпровідникової РТС-кераміки). Особливості регулювання потужності, температури нагріву та продуктивності вентилятора. Особливості роботи осьових, тангенціальних (турбінних) та відцентрових вентиляторів. Електричні схеми. Додаткові пристрої та обладнання.

Електрична «тепла підлога» Призначення та принцип дії. Класифікація. Особливості конструктивного устрою, вибору та встановлення системи «тепла підлога» з кабельних матів, нагрівальних кабелів та плівкових нагрівачів. Електричні схеми підключення. Особливості регулювання температури нагріву. Основні технічні характеристики дво жильних, одно жильних, саморегулюючих нагрівальних кабелів та нагрівальних плівок.

Електричні теплові накопичувачі (акумуляуючи нагрівачі). Призначення, принцип дії, класифікація. Особливості конструктивного устрою та принципу дії статичного, динамічного та комбінованого теплового накопичувача. Основні технічні характеристики теплового накопичувача. Електричні схеми підключення.

Електричні опалювальні котли. Призначення, принцип дії, класифікація. Конструктивний устрій. Особливості підключення. Особливості регулювання потужності та температури нагріву. Електричні схеми. Електрична та гідравлічна схеми підключення.

#### **4.4. Побутові прилади електроводонагріву.**

Призначення та класифікація приладів електроводонагріву.

Електричні кип'ятильники. Призначення, класифікація, принцип дії, особливості конструктивного устрою. Технічні вимоги.

Електричні чайники. Призначення, класифікація, принцип дії, особливості конструктивного устрою. Конструктивні особливості дискових та трубчастих нагрівальних елементів. Конструктивні особливості та принцип дії термовимикача, термообмежувача та термозапобіжника. Конструктивні особливості електричні чайників-термосів.

Проточні водонагрівачі. Призначення, технічні вимоги, класифікація, принцип дії, конструктивний устрій. Типи та конструктивні особливості нагрівальних елементів та теплообмінників. Особливості конструктивного устрою датчиків потоку води. Гідравлічне та електричне регулювання температури нагріву води. Запобіжні термовимикачі та клапани надлишкового тиску (обмежувальні клапани). Електричні схеми водонагрівачів. Особливості встановлення, електрична та гідравлічна схеми підключення.

Акумуляційні (накопичувальні) водонагрівачі. Призначення, технічні вимоги, класифікація, конструктивний устрій, принцип дії. Типи та конструктивні особливості нагрівальних елементів. Регулювання температури води (електромеханічні та електронні терморегулятори), термообмежувальні вимикачі. Електричні схеми нагрівачів. Призначення та принцип дії магнієвого аноду. Періодичність та особливості технічного обслуговування водонагрівача. Особливості встановлення, електрична та гідравлічна схеми підключення.

#### **4.5. Побутові електронагрівальні прилади для приготування їжі.**

Класифікація побутових електронагрівальних приладів для приготування їжі. Переваги електронагрівальні прилади для приготування їжі. Ступені автоматизації технологічного процесу

приготування їжі.

Електричні плити, електричні варильні поверхні та електроплитки. Призначення, класифікація, принцип дії, конструктивний устрій. Принципи перетворення електричної енергії в теплову (нагрів опором, індукційний нагрів, галогенний нагрів). Класифікація, конструктивний устрій чавунних та трубчастих конфорок. Конструктивний устрій склокерамічних конфорок. Електричні схеми включення нагрівальних елементів конфорок та особливості регулювання потужності конфорок. Особливості регулювання температури нагріву конфорок (біметалеві та електронні терморегулятори). Технічні характеристики конфорок. Особливості встановлення та підключення електричних плит (електричних варильних поверхонь).

Електричні жарочні шафи. Призначення, класифікація. Особливості конструктивного устрою жарочних шаф ІЧ (радіаційного), конвективного та комбінованого нагріву. Особливості конструктивного устрою та встановлення нагрівальних елементів жарочних шаф. Особливості регулювання потужності (ступінчасті перемикачі) та температури нагріву (терморегулятори манометричного типу та електронні терморегулятори). Конструктивні особливості термовимикачів жарочних шаф. Системи охолодження жарочних шаф. Способи очистки жарочних шаф (механічний, піролітичний, каталітичний). Особливості встановлення та підключення електричних жарочних шаф.

Спеціалізовані прилади безконтактного нагріву (ІЧ-нагріву) для приготування їжі. Призначення та класифікація. Призначення, конструктивний устрій, принцип дії електрошашличниць з вертикальним та з горизонтальним розташуванням шампурів. Призначення, конструктивний устрій, принцип дії ІЧ електрогрилів. Призначення, класифікація, конструктивний устрій, принцип дії тостерів (напівавтоматичних та автоматичних). Призначення, конструктивний устрій, принцип дії тостерів ростерів.

Спеціалізовані прилади контактного нагріву (нагрів теплопровідністю) для приготування їжі. Призначення, конструктивний устрій, принцип дії (електросковорідок, електрогрилів контактного нагріву, електровафельниць та інших аналогічних приладів (електрогорішниць, електрокексниць, електробутербродниць), електроблінниць, електрокастрюль, фритюрниць, хлібопічок, мультиварок, яйцеварок, рисоварок). Регулювання температури та часу приготування у приладах.

Електричні пароварки. Призначення, класифікація, конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема.

Електрична сушарка для ягід, фруктів та овочів. Призначення, класифікація, конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема.

Аерогрилі (Hotter). Призначення, класифікація, конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема.

Електричні кавоварки. Призначення, класифікація. Конструктивний устрій та принцип дії вакуумних кавоварок. Конструктивний устрій та принцип дії гейзерних кавоварок. Конструктивний устрій та принцип дії фільтраційних (капельних) кавоварок. Конструктивний устрій та принцип дії компресійних (парових, помпових) кавоварок. Конструктивні особливості pomp (нагнітальних насосів), нагрівальних термоблоків та парових спінювачів молока кавоварок. Конструктивні особливості автоматичних кавових машин.

#### **4.6. Електропобутові прилади для механічної обробки продуктів.**

Електром'ясорубки. Призначення, класифікація, технічні характеристики. Конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема шнекової електром'ясорубки. Конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема куттерної електром'ясорубки. Механічне та електричне блокування.

Електрокавомолки. Призначення, класифікація. Конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема електрокавомолки жорнової дії. Конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема електрокавомолки ударної дії. Механічне та електричне блокування.

Електросоковижималки. Призначення, класифікація, технічні характеристики. Конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема соковижималки (неавтоматичної, напівавтоматичної, автоматичної). Механічне та електричне блокування.

Електрозбивалки, міксери, кухонні машини (комбайни). Призначення, класифікація. Конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема електрозбивалки (ручного, настільного, настільно-ручного виконання). Конструктивний устрій, принцип дії, електрична схема електроміксера (ручного, настільного, настільно-ручного виконання). Функціональні особливості, конструктивний устрій, принцип дії, електричні схеми кухонних машин (комбайнів).

#### **4.7. Побутові холодильники та морозильні камери.**

Способи отримання холоду. Поняття та типи холодильних агрегатів (компресійні, абсорбційні, адсорбційні, термоелектричні). Поняття холодоагенту, його види, властивості та характеристики. Теплоізоляційні матеріали побутових холодильників.

Класифікація холодильників і морозильних камер. Технічні характеристики та параметри холодильників і морозильних камер. Класи енергоспоживання та енергетична етикетка.

Конструктивний устрій та принцип дії холодильників з термоелектричним охолодженням.

Конструктивний устрій та принцип дії компресійного холодильника. Конструктивні особливості герметичного компресійного агрегату однокамерного холодильника. Конструктивні особливості герметичного компресійного агрегату двокамерного холодильника. Конструктивний устрій та принцип дії холодильних компресорів (поршневих кривошипних, поршневих лінійних). Класифікація, конструктивний устрій та принцип дії теплообмінних апаратів компресійних холодильників (конденсатора, випаровувача, рідинного чи газового теплообмінників між капілярною та всмоктуючою трубкою). Призначення, конструктивні особливості та принцип дії

капілярної трубки. Призначення, конструктивні особливості та принцип дії фільтрів-осушувачів холодильних агрегатів. Конструктивні особливості та робота електричних двигунів у мотор-компресорах. Призначення, конструктивний устрій та принцип дії пускового, захисного та пускозахисного реле. Схеми підключення реле. Інверторне управління електродвигуном компресора. Регулювання температури в холодильниках. Конструктивний устрій та принцип дії терморегуляторів (манометричного типу та електронних) в холодильниках. Способи автоматичного відтавання холодильників (системи «стінка що плаче» та «No Frost»), їх конструктивний устрій та принцип дії. Освітлювальна апаратура холодильника.

1. Привалов С.Ф. Электробытовые устройства и приборы. С-П., Лениздат, 1994.
2. Лир Э.В., Петко И.В. Электробытовые машины и приборы: Справочник, 2е изд. перер. и доп. – Киев: Техника, 1990, – 270 с.
3. Лепаев Д.А. Электрические приборы бытового назначения: Учебник для сред. спец. учебн. заведений. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Легпромбытиздат, 1991. – 272с.
4. Петко І.В., Бурмістенков О.П., Кострицький В.В., Біла Т.Я., Бібік О.В.. Електропобутова техніка. Навчальний посібник. К.: КНУТД. – 2009. – 205 с.
5. Альберт Джексон. Ремонт и обслуживание всех основных бытовых приборов. Пер. с англ. Ю. Сулова. – М.: АСТ:Астрель, 2007. – 304с.
6. Корякин-Черняк С.Л. Холодильники от А до Я. СПб: Наука и техника. – 2002. -432с.
7. Современные холодильники. – М.: Солон-Пресс, 2008. – 96с. (Серия “Ремонт”, выпуск 102).
8. ДСТУ ІЕС 60335-1:2001 Прилади побутові та аналогічні електричні. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги (ІЕС 60335-1:2001 60335-1:2001, ІДТ) – (на заміну ГОСТ 27570).
9. ІЕС 60335-1:2010 Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements, - 334 pages.
10. ГОСТ МЭК 60335-1-2008. Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 1. Общие требования (ІЕС 60335-1:2006).

## **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 омметра 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. ОСНОВИ ЕЛЕКТРОПОБУТОВОЇ ТЕХНІКИ**

### **4.1. Призначення, класифікація та основні відомості про електропобутову техніку.**

1. Визначення, призначення та класифікація електропобутової техніки.
2. Енергетична ефективність побутових приладів.
3. Технічні регламенти щодо електропобутових приладів в Україні. Директиви Європейського парламенту та Ради Європейського Союзу щодо енергоефективності електропобутової техніки.
4. Типи (класи) захисту від ураження електричним струмом. Вимоги по захисту від ураження електричним струмом.
5. Ступені захисту електропобутових приладів від вологи. Вимоги по вологостійкості.
6. Способи встановлення електропобутових приладів.
7. Перетворення електричної енергії в електропобутовій техніці.
8. Режим роботи електропобутових приладів.
9. Маркування електропобутової техніки.
10. Вимоги по електричній міцності та опору ізоляції.
11. Вимоги по допустимих перевищеннях температури.
12. Вимоги по рівню шуму.
13. Вимоги по рівню радіоперешкод. Види радіоперешкод та методи боротьби з ними.
14. Вимоги по стійкості та механічній безпеці.
15. Умови експлуатації електропобутових приладів.
16. Маркування електропобутової техніки.
17. Сутність та призначення системи опалення. Переваги електроопалювальних систем та приладів.
18. Види електроопалення. Класифікація побутових приладів електроопалення.

19. Електроконвектори. Призначення. Класифікація. Устрій. Принцип дії. Способи встановлення. Основні характеристики.

20. Конструктивні особливості нагрівальних елементів (відкритих, закритих) електроконвекторів. Регулювання потужності та температури. Перемикачі потужності та терморегулятори у конвекторах. Електричні схеми.

21. Призначення, устрій та особливості використання термовимикачів та датчиків положення у електроконвекторах. Додаткові пристрої електроконвекторів (програмований таймер, дистанційне керування, зволожувач повітря, іонізатор повітря, сушарка).

22. Електрокаміни та ІЧ-обігрівачі. Сутність ІЧ-нагріву. Призначення та принцип дії. Класифікація. Способи встановлення. Основні характеристики. Додаткові пристрої та обладнання.

23. Електрокаміни та ІЧ-обігрівачі. Типи нагрівальних елементів (лінійні, зосереджені, відкриті, закриті). Форми відбивачів та світлових вікон.

24. Регулювання потужності та температури в електрокамінах та ІЧ-обігрівачах. Електричні схеми. Додаткові пристрої та обладнання.

25. Електрорадіатори та електроопалювальні панелі. Призначення та принцип дії. Класифікація. Способи встановлення. Основні характеристики.

26. Конструктивний устрій нагрівальних елементів електрорадіаторів. Регулювання потужності та температури. Електричні схеми.

27. Електротепловентилятори. Призначення та принцип дії. Класифікація. Способи встановлення.

28. Конструктивний устрій нагрівальних елементів електротепловентиляторів (відкриті, закриті у вигляді ТЕНу, із напівпровідникової РТС-кераміки). Особливості регулювання потужності, температури нагріву та продуктивності вентилятора.

29. Особливості конструктивного устрою, вибору та встановлення системи «тепла підлога» з кабельних матів, з нагрівальних кабелів, з плівкових нагрівачів. Електричні схеми підключення.

30. Особливості конструктивного устрою та принципу дії статичного, динамічного та комбінованого теплового накопичувача. Основні технічні характеристики теплового накопичувача.

31. Електричні опалювальні котли. Класифікація, конструктивний устрій, принцип дії. Електрична та гідравлічна схеми підключення.

32. Електричні кип'ятильники. Класифікація, принцип дії, особливості конструктивного устрою.

33. Електричні чайники. Класифікація, принцип дії, особливості конструктивного устрою.

34. Проточні водонагрівачі. Класифікація, принцип дії, конструктивний устрій, електрична та гідравлічна схеми підключення.
35. Акумуляційні (накопичувальні) водонагрівачі. Класифікація, принцип дії, конструктивний устрій, електрична та гідравлічна схеми підключення.
36. Електричні плити, електричні варильні поверхні, електроплитки. Класифікація, принцип дії, конструктивний устрій.
37. Електричні жарочні шафи. Призначення, класифікація, принцип дії, конструктивний устрій.
38. Призначення, класифікація, принцип дії, конструктивний устрій спеціалізованих приладів безконтактного нагріву (ІЧ-нагріву) для приготування їжі.
39. Призначення, класифікація, принцип дії, конструктивний устрій спеціалізованих приладів контактного нагріву (нагрів теплопровідністю) для приготування їжі.
40. Електричні пароварки. Класифікація, принцип дії, конструктивний устрій.
41. Електричні сушарки для ягід, фруктів та овочів. Конструктивний устрій, принцип дії.
42. Електричні кавоварки. Класифікація, конструктивний устрій, принцип дії.
43. Електром'ясорубки. Класифікація, конструктивний устрій, принцип дії.
44. Електрокавомолки. Класифікація, конструктивний устрій, принцип дії.
45. Електросоковижималки. Класифікація, конструктивний устрій, принцип дії.
46. Електрозбивалки та міксерів. Призначення, класифікація, конструктивний устрій, принцип дії.
48. Способи отримання холоду. Поняття та типи холодильних агрегатів (компресійні, абсорбційні, адсорбційні, термоелектричні).
49. Класифікація холодильників і морозильних камер. Технічні характеристики та параметри холодильників і морозильних камер. Класи енергоспоживання та енергетична етикетка.
50. Конструктивний устрій та принцип дії холодильникаів з термоелектричним охолодженням.
51. Конструктивний устрій та принцип дії компресійного холодильникаа.
52. Конструктивні особливості та принцип дії герметичного компресійного агрегату однокамерного холодильника.
53. Конструктивні особливості та принцип дії герметичного компресійного агрегату двокамерного холодильника.
54. Конструктивні особливості та робота електричних двигунів у мотор-компресорах. Інверторне управління електродвигуном компресора.
55. Призначення, конструктивний устрій та принцип дії пускового, захисного та пускозахисного реле холодильника. Схеми підключення реле.

56. Регулювання температури в холодильниках. Конструктивний устрій та принцип дії терморегуляторів (манометричного типу та електронних).

57. Способи автоматичного відтавання холодильників (системи «стінка що плаче» та «No Frost»), їх конструктивний устрій та принцип дії.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється за чотирибальною системою: «відмінно» (5), «добре» (4), «задовільно» (3), «незадовільно» (2).

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка	Характеристика відповіді
<b>Відмінно (5)</b>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>• глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>• продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>• показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>• показав вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>• у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>
<b>Добре (4)</b>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>• виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>• правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</li> </ul>
<b>Задовільно (3)</b>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>• виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>• допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>• з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>• виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>
<b>Незадовільно (2)</b>	<p><b>Абітурієнт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li> <li>• виявив незнання більшої частини тем курсу;</li> <li>• допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо;</li> <li>• неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати/</li> </ul>

Затверджено на засіданні кафедри електричних апаратів  
протокол № 14 від 27.02.2018 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.

Клименко Б.В.



**141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**  
**141.09 Електромеханічні системи автоматизації та електропривод**

**АНОТАЦІЯ**

Метою фахового випробування абітурієнтів для участі в конкурсі щодо зарахування на навчання для отримання освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» за спеціалізацією 141.09 «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» 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 вибрати 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 випробовування здійснюється відповідно до Положення про приймальну 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

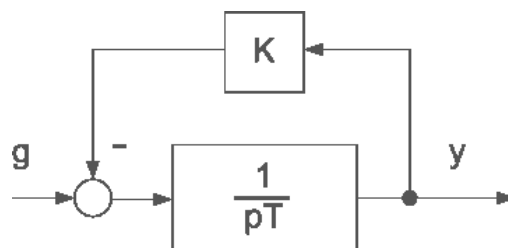
Структура та функціональні можливості графічних САПР на прикладі пакета програм AutoCAD. Засоби створення та редагування графічних примітивів. Засоби забезпечення точності креслень. Використання блоків і атрибутів. Використання стилів і слоїв. Оримання інформації о кресленнях. Засоби печаті. Трьохвимірна 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:
  - фазіфікація;
  - логічна обробка;
  - дефазіфікація у фазірегуляторі.
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. Бесекерский В.А., Изранцев В.В. Системы автоматизированного управления с микроЭВМ. М., 1989.
2. Р.Изерман. Цифровые системы управления.-М., Мир.-1992
3. Куо Б. Теория и программирование цифровых систем управления. М., Мир.-1985.
4. Стогний Б.С., Кулік М.М., Жовтянський В.А. і др. Стратегія енергосбереження в Україні. – К.: Академперіодика, Т.1, 2006, 508 с.
5. Клепиков В.Б., Розов В.Ю. О роли электропривода в решении проблемы энергоресурсосбережения в Украине. - Вестник НТУ „ХПІ”. Тем. вип. „Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика”.– Харьков: НТУ „ХПІ”, 2010. - № 28. — С. 18-21.
6. Барчард Б. Внутренний мир AutoCAD 14. – Киев: ДиаСофт, 1997.
7. Кудрявцев. AutoLISP. Программирование в AutoCAD 14, 1999

#### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється чотирьох бальною системою: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
<p><b>Відмінно</b> <b>(5)</b></p>	<p>Абітурієнт:            ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;            глибоко аргументував прийняті рішення;            продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;            правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;            показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;            продемонстрував вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;            у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</p>
<p><b>Добре</b> <b>(4)</b></p>	<p>Абітурієнт:            повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;            виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;            правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач;            проаналізував отримані результати та оцінив їх;            допустив окремі неточності и у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</p>

<p><b>Задовільно</b> <b>(3)</b></p>	<p>Абітурієнт: відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень; виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади; допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу; з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати; виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</p>
<p><b>Незадовільно</b> <b>(2)</b></p>	<p>Абітурієнт: невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менш ніж на половину); виявив незнання більшої частини тем курсу; допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо; неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</p>

Схвалено на засіданні кафедри «Автоматизовані електромеханічні системи».

Протокол № 9 від 02.02.2018 р.

Завідувач кафедри АЕМС, д.т.н., проф.

В.Б. Клепиков

## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.10 Мехатроніка та робототехніка

#### АНОТАЦІЯ

Метою фахового випробування абітурієнтів для участі в конкурсі щодо зарахування на навчання для отримання освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» за спеціалізаціями 141.09 «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» та 141.10 «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 підійомно-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

*Вміст:* 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 випробовування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### **Електропривод з 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

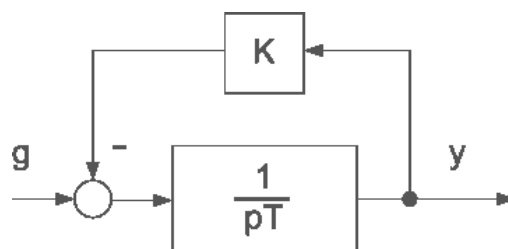
Структура та функціональні можливості графічних САПР на прикладі пакета програм AutoCAD. Засоби створення та редагування графічних примітивів. Засоби забезпечення точності креслень. Використання блоків і атрибутів. Використання стилів і слоїв. Оримання інформації о кресленнях. Засоби печаті. Трьохвимірна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

8. Чим відрізняється векторна величина від скалярної?
9. Накресліть тиристорну схему випрямляча Ларіонова.
10. Запишіть передатну функцію нижче вказаної ланки.



11. Яким чином можна стабілізувати координати електроприводу?
12. 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 фазірегуляторі.

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

8. Бесекерский В.А., Изранцев В.В. Системы автоматизированного управления с микроЭВМ. М., 1989.
9. Р.Изерман. Цифровые системы управления.-М., Мир.-1992
10. Куо Б. Теория и программирование цифровых систем управления. М., Мир.-1985.
11. Стогний Б.С., Кулік М.М., Жовтянський В.А. і др. Стратегия энергосбережения в Украине. – К.: Академперіодика, Т.1, 2006, 508 с.
12. Клепиков В.Б., Розов В.Ю. О роли электропривода в решении проблемы энергоресурсосбережения в Украине. - Вестник НТУ „ХПІ”. Тем. вип. „Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика”.– Харьков: НТУ „ХПІ”, 2010. - № 28. — С. 18-21.
13. Барчард Б. Внутренний мир AutoCAD 14. – Киев: ДиаСофт, 1997.
14. Кудрявцев. AutoLISP. Программирование в AutoCAD 14, 1999

#### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється чотирьох бальною системою: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

При оцінювання знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

<b>Оцінка за 5 бальною</b>	<b>Характеристика відповіді</b>
<b>Відмінно (5)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <p>грунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання; глибоко аргументував прийняті рішення;</p> <p>продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</p> <p>правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</p> <p>показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</p> <p>продемонстрував вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</p> <p>у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та</p>
<b>Добре (4)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <p>повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</p> <p>виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</p> <p>правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач;</p> <p>проаналізував отримані результати та оцінив їх;</p> <p>допустив окремі неточності и у формулюваннях і послідовності</p>

<p><b>Задовільно</b> <b>(3)</b></p>	<p>Абітурієнт: відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень; виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади; допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу; з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати; виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</p>
<p><b>Незадовільно</b> <b>(2)</b></p>	<p>Абітурієнт: неввірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менш ніж на половину); виявив незнання більшої частини тем курсу; допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо; неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</p>

Схвалено на засіданні кафедри «Автоматизовані електромеханічні системи».

Протокол № 9 від 02.02.2018 р.

Завідувач кафедри АЕМС, д.т.н., проф.

В.Б. Клепиков

## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.11 Електричний транспорт

#### 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 електромеханіки за спеціальністю «Електричний транспорт» 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 електрорухомого складу залізниць (ЕРС), будову різних типів електродвигунів, захисних і вимірювальних приладів, комутаційної апаратури, устаткування, основи процесів виникнення сили тяги, опору руху та гальмування, принципи роботи, особливості проектування і експлуатації контактної мережі.

*вміти:* оцінювати якість та розраховувати характеристики вузлів та одиниць ЕРС, розраховувати криві руху ЕРС на ПЕОМ, розраховувати параметри, вибирати електроустаткування, проектувати контактні мережі, моделювати роботу перетворювачів енергії, вирішувати задачі виготовлення електрообладнання ЕРС.

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Рухомий склад електротранспорту.
2. Основи електричної тяги
3. Тягові підстанції та контактні мережі.
4. Моделювання електромеханічних систем.
5. Технологія електромашинобудування.

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

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Рухомий склад електротранспорту

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

ЕРС змінного струму. Системи керування ЕРС. Тягові трансформатори ЕРС. Основні характеристики, улаштування, вимоги та взаємодія з електрообладнанням. ЕРС змінного струму. Схеми силового електрообладнання. Елементи тягового електроприводу. Системи керування. Системи керування ЕРС. Основні положення. Системи електричного гальмування ЕРС та його обладнання.

*Рекомендована література:*

1. Калинин В.К. Электровозы и электропоезда –М.: Транспорт, 1989г. – 482с.
2. Грузовые электровозы переменного тока : Справочник/З. М. Дубровский, В.И. Попов, Б.А. Тушканов . – М.: Транспорт, 1991. 471.с.
3. Сидоров Н.И., Сидорова Н.Н. Как устроен и работает электровоз. – М.: Транспорт, 1988. – 233с.
4. Добровольская Э.М. Электропоезда метрополитена – М. ИРПО: Издательский центр «Академия», 2003. – 320с

### 1. 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 ЕРС. Тягові характеристики ЕРС. Особливості тягових властивостей електровозів. Сила тяги електровоза по сцепленню. Обмеження сили тяги електровоза по тяговим електродвигунам. Електромеханічні характеристики тягових електродвигунів. Електромеханічні характеристики електровозів. Регулювання швидкості руху ЕРС. Опір руху поїзда. Основні поняття та класифікація сил опору руху поїзда. Основної опір руху ЕРС. Додатковий опір руху ЕРС. Заходи по зменшенню сил опору руху ЕРС. Гальмові сили

ЕРС. Механізм створення гальмової сили ЕРС. 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 ЕРС. Заходи по зменшенню енергетичних витрат. Нагрівання тягових електричних машин електроприводу ЕРС.

*Рекомендована література:*

1. Тяга поездов. Под ред. В.В.Деева. М: Транспорт 1987 -264с.
2. С.И.Осипов, К.А.Миронов, В.И.Ревич Основи локомотивной тяги. М: Транспорт 1979 -440с.
3. В.И.Омельяненко и др. Основи электрической тяги. Харьков НТУ ХПИ 2002 -162с.

### **3. 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 контактного проводу 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 контактного проводу 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.

*Рекомендована література:*

1. Контактная сеть. Марквардт К.Г., М.: Транспорт, 1994.
2. Тяговые сети метрополитенов. Е.И.Быков, Б.В. Панин, В.Н.Пупынин. М.:Транспорт,1987.
3. Тяговые сети электрифицированного промышленного транспорта. И.М. Шадрин, И.А. Пари-жер.М.: Транспорт,1985.
4. Проектирование контактной сети. А.В. Фрайфельд, Г.Н. Брод. Транспорт,1991.
5. Взаимодействие токоприемников и контактной сети.И.А. Беляев, В.А. Вологин. Транспорт, 1983.
6. Справочник по электроснабжению железных дорог. Под редакцией д.т.н. К. Г. Марквардта. – т.2. М.: Транспорт, 1981.
7. «Тяговые подстанции» Ю.М., Мамошин Р. Р., Пупынин В.Н.,Шалимов М.Г М., : Транспорт, 1986 г.
8. «Электрическая часть станций и подстанций» (Под ред. Васильева А. А). М. : Энергия , 1980.



9. «Справочник по электроснабжению железных дорог.» Т.2 (Под ред. Марквардта К.Г.) М. : Транспорт, 1981.
10. Чунихин А. А. «Электрические аппараты» М. : Энергоатомиздат, 1988.
11. Прохорский А. А. «Тяговые и трансформаторные подстанции» М. : Транспорт, 1983.
12. Почаевец В. С. «Электрические подстанции» М. : Транспорт, 1983.

#### **4. 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.

#### *Рекомендована література:*

1. Уайт Д, Вудсон Г. Электромеханическое преобразование энергии –М.-Л.: Энергия 1964, 527с
2. Сили С. Электромеханическое преобразование энергии – М.: Энергия, 1968с, 376с
3. Копылов И.П. Матическое моделирование электрические машины М. Высш. школа 2001 – 327сс.
4. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 Основы применения. М.: Солон-прс, 2005- 800с.
5. Воронков И.М. Курс теоретическое механики – М.: Наука 1964 596с
6. Павленко А.П. Динамика тяговых приводов магистральных локомотивов – М.: Машиностроение, 1991. – 192с

#### **5. 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

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 катушок. Виготовлення статорних катушок. Складання та випробування електричних машин. Виробництво рухомого складу. 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 ЕРС. Загальні відомості про виробництво основних вузлів механічної частини електрорухомого складу. Загальні відомості та основні етапи виробництва електрорухомого складу.

*Рекомендована література:*

1. Антонов М.В., Герасимова Л.С. Технология производства электрических машин. - М.: Энергоиздат, 1982.
2. Антонов М.В. Технология производства электрических машин: Учебник для вузов - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1993.
3. Осьмаков А.А. Технология и оборудование производства электрических машин: Учебник - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1980.
4. Антонов М.В. Технология сборки электрических машин и аппаратов. - М.: Высш. шк., 1986.
5. Технология производства асинхронных двигателей (специальные процессы) / Под ред. В.Г.Костромина. - М.: Энергия, 1981.
6. Обмотки электрических машин / В.И. Зимин, М.Я. Каплан, М.М. Палей и др. - М.: Энергия, 1975.

## **ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

### **Рухомий склад електротранспорту**

1. Основні характеристики ЕРС. ЕРС постійного струму
2. Принципи дії електрорухомого складу (ЕРС).
3. Класифікація ЕРС.
4. Механічні частини ЕРС та їх взаємодія з електричними частинами.
5. Струмopриймачі рухомого складу.

6. Електричні апарати захисту від перенапруг контактної мережі.
7. Тягові двигуни ЕРС. Вимоги, конструкція взаємодія з електрообладнанням.
8. ЕРС постійного струму.
9. Схеми силового електрообладнання.
10. Елементи тягового електроприводу.
11. Системи керування.
12. ЕРС змінного струму.
13. Тягові трансформатори ЕРС. Основні характеристики, улаштування, вимоги та взаємодія з електрообладнанням.
14. ЕРС змінного струму. Схеми силового електрообладнання. Елементи тягового електроприводу.
15. Системи електричного гальмування ЕРС та його обладнання

### **Основи електричної тяги**

1. Постановка задачі по керуемому русі поїзда.
2. Режимми 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 ЕРС.
11. Тягові характеристики ЕРС.
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 ЕРС.
18. Додатковий опір руху ЕРС.
19. Заходи по зменшенню сил опору руху ЕРС.
20. Механізм створення гальмової сили ЕРС.
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 ЕРС.

### **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 ланцюгових 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

### **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 скінченних 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

### **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 катушок. Виготовлення статорних катушок.
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 ЕРС.
18. Загальні відомості про виробництво основних вузлів механічної частини електрорухомого складу.
19. Загальні відомості та основні етапи виробництва електрорухомого складу.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

Завдання вступного іспиту оцінюється за чотирьох бальною системою: "відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно".

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виражена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
<b>Відмінно (5)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>- глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>- продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>- продемонстрував вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>- у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>
<b>Добре (4)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>- виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>- допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</li> </ul>
<b>Задовільно (3)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>- виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>- допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>
<b>Незадовільно (2)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менш ніж на половину);</li> <li>- володіє матеріалом на елементарному рівні засвоєння, викладає його безладно, уривчастими реченнями;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- припускає помилки у визначенні термінів, які приводять до викривленні їх змісту;</li><li>- виявив незнання більшої частини тем курсу;</li><li>- припускає принципові помилки при вирішенні типових ситуацій, не правильно виконує необхідні розрахунки;</li><li>- допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компоновань тощо.</li></ul>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Програма затверджена на засіданні кафедри електричного транспорту та тепловозобудування (протокол №14 від 14.03.2018р.)

Завідувач кафедри, професор

Омельяненко В.І.



## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.13 Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії

#### АНОТАЦІЯ

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

#### ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступні випробування охоплюють перелік дисциплін загальної підготовки, дисциплін професійної та фахової підготовки. Вступник повинен знати основні питання з таких дисциплін, як теоретична фізика, вища математика, теоретичні основи електротехніки, теплотехніка, техніка високих напруг, акумулювання електричної енергії, вітрові установки, надійність і діагностика обладнання та ін.

#### ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ

1. Електрохімічні акумулятори енергії. Типи і принцип дії. Кислотні акумулятори. Фізико-хімічні процеси в них.
2. Теплові акумулятори енергії типи.
3. Лінійні індуктивні нагромаджувачі енергії. Соленоїд.
4. Тороїдальні індуктивні нагромаджувачі енергії. Складання формули для індуктивності тороїдального нагромаджувача з прямокутними витками.
5. Ємнісні електричні нагромаджувачі енергії..
6. Тепловий розрахунок кожухотрубчастого теплообмінника.
7. Гідравлічний розрахунок кожухотрубчастого теплообмінника.
8. Тепловий розрахунок пластинчатого теплообмінника.
9. Гідравлічний розрахунок пластинчатого теплообмінника.
10. Сонячна одноконтурна нагрівна установка.
11. Конструкції і типи геліоколекторів.
12. Схема підключення теплообмінника до геліополя, акумулятори енергії та насосного обладнання.
13. Теоретичні основи методу піролізу.
14. Конструкція герметичного піролізного реактору для переробки промислових відходів.

15. Теоретичні основи методу метанового збродження органічних відходів.
16. Технологічна схема біогазової установки.
17. Принцип дії приливної електростанції.
18. Тепловий насос і його використання.
19. Енергетичний баланс Землі.
20. Характеристика сонячного випромінювання.
21. Електричний розрахунок ємнісного нагромаджувача.
22. Гідроакумуюча електростанція.
23. Типи маховиків динамічних механічних нагромаджувачів енергії.
24. Види термоелектричних ефектів.
25. Вимірювання диференціальної термоерс напівпровідників і металів.
26. Геотермальна енергія і її використання.
27. Характеристика вітрогенераторів та їх використання.
28. Використання енергії океанічних хвиль.
29. Методи і способи передачі теплової енергії.
30. Використання тепла Землі.
31. Методи діагностики, контролю якості електротехнічних матеріалів.
32. Освітлення. Розрахунки. Вибір апаратури.
33. Рівняння стану ідеального газу.
34. Основні термодинамічні процеси ідеальних газів.
35. Диференціальні рівняння термодинаміки
36. Основи теорії подібності та моделювання процесів тепловіддачі.

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Мхитярян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы. Киев: Наукова думка, 1999. 320 с.
2. Твайделл Джю, Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. М.: Электроаттомиздат, 1990. 392 с.
3. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра. 2 изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983. 200 с.
4. Кутин В.М., Брейтбут В.И. Диагностирование электрооборудования электрических систем. К.: УМКВО, 1991. 104 с.
5. Щербенюк Л.А., Голик О.В. Математичні основи надійності ізоляції електрообладнання: Навч.-метод. посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2005 102 с.

6. Техніка і електрофізика високих напруг : Навч. посібник / В.О. Бржезицкий, А.В. Ісакова, В.В. Рудаков та ін. Харків: НТУ «ХП»- Торнадо, 2005 930 с.

7. Білявський Г.Щ., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. К.: Либідь, 1995.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється чотирьохбальною системою:

«відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

При оцінювання знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
Відмінно (5)	<p>Абітурієнт</p> <p>грунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання; глибоко аргументував прийняті рішення;</p> <p>продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</p> <p>правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</p> <p>показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</p> <p>у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та</p>

<p><b>Добре</b> <b>(4)</b></p>	<p>Абітурієнт повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко; виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади; правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх; допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу; виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</p>
<p><b>Задовільно</b> <b>(3)</b></p>	<p>Абітурієнт: відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень; виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади; допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу; з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати; виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з</p>
<p><b>Незадовільно</b> <b>(2)</b></p>	<p>Абітурієнт: невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину); виявив незнання більшої частини тем курсу; допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо; неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</p>

Схвалено на засіданні кафедри інженерної електрофізики

Протокол № 8 від 15.03.2018 р.

Завідувач кафедри, д.т.н., проф.

О.Л. Резинкін

## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.14 Техніка і електрофізика високих напруг

#### АНОТАЦІЯ

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

#### ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступні випробування охоплюють перелік дисциплін загальної підготовки, дисциплін професійної та фахової підготовки. Вступник повинен знати основні питання з таких дисциплін, як теоретична фізика, вища математика, теоретичні основи електротехніки, електрична частини станцій і підстанцій, техніка високих напруг, надійність і діагностика обладнання та ін.

#### ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ

1. Графоаналітичний метод оцінки згоди експериментального та теоретичного законів відмов при ресурсних випробуваннях електроізоляції.
2. Теорія „напруженого об’єму” руйнування ізоляції.
3. Показники надійності і числові характеристики випадкових величин.
4. Методи діагностики електричної ізоляції.
5. Структурна надійність.
6. Методи визначення місць пошкодження силових електричних кабелів.
7. Міст, шеренга для вимірювання ємності і тангенса кута діелектричних втрат.
8. Визначення діелектричних втрат.
9. Види поляризації діелектриків.
10. Визначення електричної міцності рідких діелектриків.
11. Ємнісні подільники напруги.
12. Пояс Роговського. Вимірювання імпульсних токів за допомогою поясу Роговського.
13. Вимірювання індукції змінного магнітного поля за допомогою індукційного перетворювача.
14. Генератор імпульсів напруги Аркад’єва-Маркса.
15. Основні схеми отримання постійної високої напруги. Зарядні пристрої ємнісних нагромаджувачів енергії.
16. Теорія ударної іонізації.
17. Стримерний розряд.

18. Теорія виникнення блискавки. Її характеристики.
19. Захист від удару блискавок. Зони захисту.
20. Магнітно-імпульсна обробка матеріалів. Принцип дії магнітно-імпульсної установки. Фізичні процеси і основні співвідношення.
21. Види операцій та конструкції індукторів для магнітно-імпульсної обробки металів.
22. Основні рівняння електромагнітного поля в диференціальній та інтегральній формах.
23. Основні методи розрахунку електростатичних полів.
24. Розрахунок електричних та магнітних полів за допомогою інтегральних та інтегро-диференціальних рівнянь.
25. Поверхневий ефект та ефект близькості в системі провідників зі змінними струмами.
26. Закон Пашена для газів.
27. Короткий розряд.
28. Форма стандартного грозового імпульсу напруги.
29. Види старіння діелектриків. Електричне старіння.
30. Заземлювачі електроустановок.
31. Конструкції силових кабелів і матеріали для кабелів.
32. Конструкції випробувальних трансформаторів.
33. Генератори імпульсів струму.
34. Одинарна та подвійна формуючі лінії напруги.
35. Електромагнітна сумісність технічних засобів.
36. Електрична міцність діелектриків на постійній, змінній і імпульсній напрузі.
37. Конструкція і принцип дії кабельного трансформатора напруги.
38. Крайовий ефект в високовольтних конструкціях. Методи послаблення дії крайового ефекту.
39. Розряд уздовж поверхні ізолятора. Основні види поверхневого розряду.
40. Високовольтний конденсаторний ввід. Конструкція. Розрахунок ізоляції.
41. Об'ємний та поверхневий опір електричної ізоляції. Вимірювання опору.
42. Вимірювання імпульсних струмів за допомогою мало індуктивного шунта.
43. Електричне поле коаксіального кабелю.
44. Рівняння Максвелла в інтегральній і диференціальній формі.
45. Рівняння електростатичного поля.

#### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Кутин В.М., Брейтбут В.И. Диагностирование электрооборудования электрических систем. – К.: УМКВО, 1991. – 104 с.

2. Щербенюк Л.А., Голик О.В. Математичні основи надійності ізоляції електрообладнання: Навч.-метод. посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005 – 102 с.

3. Техніка і електрофізика високих напруг : Навч. посібник / В.О. Бржезицкий, А.В. Ісакова, В.В. Рудаков та ін. – Харків: НТУ «ХПІ»- Торнадо, 2005 – 930 с.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється чотирьохбальною системою:

«відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
Відмінно (5)	<p>Абітурієнт ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання; глибоко аргументував прийняті рішення; продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади; правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх; показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу; у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</p>

<p><b>Добре</b> <b>(4)</b></p>	<p>Абітурієнт повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко; виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади; правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх; допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу; виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів..</p>
<p><b>Задовільно</b> <b>(3)</b></p>	<p>Абітурієнт: відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень; виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади; допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу; з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати; виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з</p>
<p><b>Незадовільно</b> <b>(2)</b></p>	<p>Абітурієнт: невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину); виявив незнання більшої частини тем курсу; допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо; неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</p>

Схвалено на засіданні кафедри інженерної електрофізики

Протокол № 8 від 15.03.2018 р.

Завідувач кафедри, д.т.н., проф.

О.Л. Резинкін



## 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### 141.15 Технології кібербезпеки в електроенергетиці

#### 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 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.

Спеціаліст з електротехніки та електротехнологій повинен володіти необхідним спектром вмінь і навиків з електротехніки, електричної частини станцій та підстанцій, електричних систем та мереж, релейного захисту та автоматики. Вступник повинен мати глибоке розуміння процесів виробництва, передачі та розподілу електроенергії.

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

*знати:* конструкцію та принцип дії силових елементів електроенергетичної системи, захисних і вимірювальних приладів, комутаційної апаратури; фізичні ефекти, які лежать в основі виробництва, перетворення та передачі електричної енергії; принципи організації технологічних процесів електричних систем та мереж; основи побудови та функціонування різного типу пристроїв релейного захисту та автоматики електроустановок

*вміти:* застосовувати сучасні експериментальні методи дослідження процесів, які супроводжують виробництво, передачу та розподіл електроенергії, обслуговувати пристрої релейного захисту та автоматики; виконувати роботи по кресленнях і схемах; проводити технічні розрахунки згідно з нормативних документів в електроенергетиці, мати навички роботи із сучасною апаратурою;

Вступне фахове випробування включає зміст нормативних навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Теоретичні основи електротехніки (лінійні, нелінійні кола, електромагнітне поле).
2. Електротехнічні матеріали.
3. Електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси
4. Релейний захист та автоматика.

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

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Теоретичні основи електротехніки

#### 1.1. Лінійні кола

Електричне коло. Вузли, вітки, контури кола. Джерела живлення. Представлення реальних джерел схемами заміщення. Закони Кірхгофа. Закон Ома. Складання рівнянь для розрахунку струмів в колах за допомогою законів Кірхгофа. Потенціальна діаграма і її застосування. Енергетичний баланс в електричних колах. Метод пропорційних величин. Метод контурних струмів. Принцип накладання і метод накладання. Заміна кількох послідовно та паралельно ввімкнених віток, що не містять джерела е.р.с. та джерела струму, однією еквівалентною. Метод двох вузлів. Метод вузлових потенціалів. Перетворення зірки в трикутник і трикутника в зірку. Активний і пасивний двополюсник. Метод еквівалентного генератора. Передача енергії від джерела до навантаження в колах постійного струму. Синусоїдний струм і основні величини, що його характеризують. Середнє і діюче значення синусоїдно змінної величини. Коефіцієнт амплітуди і коефіцієнт форми. Зображення синусоїдно змінних величин векторами на комплексній площині. Комплексна амплітуда. Комплекс діючого значення. Додавання і віднімання синусоїдних функцій часу на комплексній площині. Векторна діаграма. Миттєва потужність в колах синусоїдного струму. Резистор в колі синусоїдного струму. Індуктивна котушка в колі синусоїдного струму. Конденсатор в колі синусоїдного струму. Символічний метод розрахунку кіл синусоїдного струму. Комплексний опір. Закон Ома для кола синусоїдного струму. Комплексна провідність. Трикутник опорів і трикутник провідностей. Зображення різниці потенціалів на комплексній площині. Топографічна діаграма. Активна, реактивна і повна потужності в колі синусоїдного струму. Виразення потужності в комплексній формі запису. Вимірювання потужності ватметром. Резонанс струмів. Резонанс напруг. Компенсація зсуву фаз. Теорема про баланс активних та реактивних потужностей. Закони Кірхгофа в символічній формі запису. Застосування векторних діаграм для розрахунку електричних кіл синусоїдного струму. Передача енергії від джерела до навантаження в колах синусоїдного змінного струму. Трансформатор і його застосування. Ідеальний та реальний трансформатори. Розрахунок електричних кіл при наявності в них магнітно-зв'язаних котушок. Послідовне з'єднання двох магнітно-зв'язаних котушок. Визначення взаємної індуктивності дослідним шляхом. Трифазна система е.р.с. Принцип роботи трифазного машинного генератора. Трифазне коло. Основні схеми з'єднання трифазних кіл. Методи розрахунку трифазних кіл. Напруга зміщення нейтралі і її розрахунок. Роль нейтрального проводу в трифазній мережі. Прямі і зворотні послідовності чергування фаз в трифазній мережі способи її визначення. Застосування першого закону Кірхгофа для розрахунку трифазних кіл. Співвідношення між лінійними і фазними

напругами і струмами в трифазній системі. Активна, реактивна і повна потужності в трифазній системі. Вимірювання активної потужності в трифазній системі. Переваги трифазних систем. Отримання обертового магнітного поля. Принцип роботи асинхронного двигуна.

## 1.2. Нелінійні кола

Чотириполюсник і його властивості. Рівняння в  $A$ -формі. Методи визначення коефіцієнтів чотириполюсника. Схеми заміщення чотириполюсників. Зв'язок параметрів схеми заміщення з коефіцієнтами чотириполюсника. Представлення несинусоїдного струму чи напруги у вигляді ряду Фур'є. Вплив симетрії форми кривих несинусоїдного струму (напруги) на значення коефіцієнтів розкладу в ряд Фур'є. Алгоритм розрахунку лінійних електричних кіл при дії джерел несинусоїдних струмів чи напруг. Параметри і коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми і напруги. Потужність в лінійних колах з несинусоїдними струмами і напругами. Перехідні процеси в електричному колі. Причини виникнення перехідних процесів. Методи розрахунку. Методи одержання характеристичного рівняння перехідного процесу. Закони комутації і їх обґрунтування. Класичний метод розрахунку перехідних процесів. Знаходження сталих інтегрування в класичному методі розрахунку перехідних процесів. Особливості перехідних процесів при розмиканні вітки з індуктивністю та замиканні вітки з ємністю. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Закони Ома та Кірхгофа в операторній формі. Внутрішні е.р.с. в колах з перехідним процесом. Операторна схема заміщення кола. Формула розкладу і її застосування при розрахунку перехідних процесів. Нелінійні елементи, їх класифікація, і застосування. Статичні і диференціальні опори.

## 2. Електротехнічні матеріали

Будова твердих тіл. Модель металевого, Ван-дер-Ваалівського, ковалентного та іонного зв'язку. Кристалічна структура твердих тіл. Індокси Міллера. Зонна модель будови твердих тіл. Проста модель енергетичних зон. Модель Кроніга-Пені. 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. Пробій діелектрика. Види пробою 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. Електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси**

Загальні відомості о перехідних процесах в електричних системах. Основні допущення, застосовувані в розрахунках електромагнітних перехідних процесів. Параметри елементів розрахункової схеми. Перетворення схем заміщення. Перехідний процес у найпростіших трифазних ланцюгах при коротких замиканнях; Практичні методи розрахунку струмів трифазного короткого замикання. Основні положення в дослідженні несиметричних перехідних процесів. Метод симетричних складових. Правило еквівалентності прямої послідовності. Особливості розрахунку струмів короткого замикання в мережах до 1 кВ. Перехідний процес у синхронній машині, основні параметри синхронної машини. Схема заміщення простої електричної системи. Система відносних одиниць. Кутова характеристика потужності простої системи за відсутності у генератора регулятора збудження. Кутова характеристика потужності неявнополюсного генератора з АРВ пропорційної дії. Кутова характеристика потужності неявнополюсного генератора з АРВ сильної дії. Характеристики режимів найпростішої системи при синхронній швидкості обертання генератора. Енергетичний баланс блоку. Рівняння руху ротора генератора. Здійсненність, або умови існування, сталого режиму. Статична стійкість електроенергетичної системи. Дослідження статичної стійкості простої нерегульованої системи методом малих коливань. Динамічна стійкість електроенергетичної системи. Основні допущення при аналізі динамічної стійкості. Метод площ при роботі електричної станції на шини нескінченної потужності. Метод послідовних інтервалів для розрахунку граничного часу відключення. Заходи по збереженню динамічної стійкості: основні, додаткові та заходи режимного характеру. Характеристики основних елементів вузлів навантаження. Лавина напруги, як прояв нестійкості вузла навантаження. Фактори, що впливають на стійкість вузлів

навантаження. Асинхронні режими в електричних системах, результуюча стійкість. Вимоги до точності підтримки частоти як загальносистемному показнику якості електроенергії. Причини зміни частоти. Огляд заходів щодо поліпшення стійкості електричних систем.

#### **4. Релейний захист та автоматика**

Призначення, основні функції та вимоги до релейного захисту і автоматики. Схеми з'єднання трансформаторів струму та напруг. Максимальний струмовий захист. Захист від замикань на землю. Диференційні захисти. Дистанційні захисти. Високочастотні захисти. Резервування дії релейних захистів та вимикачів. Захист шин станцій і підстанцій. Автоматичне включення резервного живлення. Автоматичне повторне включення. Основи РЗА електростанцій. Основи РЗА підстанцій. Характеристика традиційних пристроїв релейного захисту та автоматики (РЗА). Характеристика цифрових пристроїв РЗА. Релейний захист ліній. Релейний захист розподільних пристроїв. Релейний захист трансформаторів 110-330 кВ. Релейний захист генераторів та енергоблоків. Релейний захист електричної мережі 27,5 кВ. Захист електричної мережі постійного струму. Захист установок ємкісної компенсації. Захист перетворюючих агрегатів. Захист установок 0,4 кВ.

### **ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

#### **1. Теоретичні основи електротехніки**

1. Електричне коло. Вузли, вітки, 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.

15. Трансформатор і його застосування. Ідеальний та реальний трансформатори.

16. Трифазна система е.р.с. Принцип роботи трифазного машинного генератора.

Трифазне коло.

26. Застосування першого закону Кірхгофа для розрахунку трифазних кіл.

27. Співвідношення між лінійними і фазними напругами і струмами в трифазній системі.

28. Активна, реактивна і повна потужності в трифазній системі. Вимірювання активної потужності в трифазній системі.

29. Переваги трифазних систем.

30. Отримання обертового магнітного поля. Принцип роботи асинхронного двигуна.

31. Чотириполюсник і його властивості. Рівняння в  $A$ -формі.

32. Методи визначення коефіцієнтів чотириполюсника. Схеми заміщення чотириполюсників.

33. Представлення несинусоїдного струму чи напруги у вигляді ряду Фур'є.

34. Алгоритм розрахунку лінійних електричних кіл при дії джерел несинусоїдних струмів чи напруг.

35. Потужність в лінійних колах з несинусоїдними струмами і напругами.

36. Перехідні процеси в електричному колі.

37. Закони комутації і їх обґрунтування.

26. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Закони Ома та Кірхгофа в операторній формі.

27. Нелінійні елементи, їх класифікація, і застосування. Статичні і диференційні опори.

## 2. Електротехнічні матеріали

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

2. Кристалічна структура твердих тіл. Індокси Міллера.

3. Зонна модель будови твердих тіл. 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.
18. Фізична природа електропровідності. Основні електричні властивості провідників.
19. Вплив температури, домішок, дефектів структури на питомий опір провідників.
20. Електричні властивості металевих плівок.
21. Класифікація провідникових матеріалів.
18. Біметали. Сплави високого опору.
19. Тугоплавкі матеріали.
28. Надпровідники. Магнітні матеріали.
29. Фізична природа магнетизму. Загальні відомості про магнітні властивості матеріалів.
30. Класифікація магнітних матеріалів і області їх застосування.
31. Магнітом'які матеріали, їх основні характеристики.
32. Низькочастотні магнітом'які матеріали.
33. Високочастотні магнітні матеріали: магнітодіелектрики, магнітом'які ферити.
34. Напівпровідникові матеріали. Класифікація напівпровідникових матеріалів.
35. Зонна структура напівпровідників.
31. Власні і домішкові напівпровідники.
32. Донори і акцептори. Основні і неосновні носії заряду.
33. Процеси генерації і рекомбінації носіїв.

### **3. Електромагнітні та електромеханічні перехідні процеси**

1. Що таке коротке замикання?
2. Що розуміється під перехідним процесом?
3. Що розуміється під нормальним режимом?
4. З якою метою розраховують струми короткого замикання?
5. Який вид короткого замикання відбувається рідше за інші?
6. За яких умов повний струм короткого замикання матиме максимально можливе значення?
7. В чому полягає суть метода симетричних складових?
8. В чому полягає суть правила еквівалентності прямої послідовності?
9. Якими параметрами характеризується генератор в синхронному (усталеному) режимі та в початковий момент раптової зміни режиму за відсутності у нього демпферних обмоток ?

10. Що таке статична стійкість, види порушення статичної стійкості?
11. Вкажіть причини, що обумовлюють порушення статичної стійкості типу «Самозбудження».
12. Вкажіть умови існування сталого режиму.
13. Що таке проста система?
14. Який характер буде мати перехідний процес в простій системі, якщо характеристичне рівняння системи має наступний вигляд  $p^2 + 3p + 5 = 0$  ?
15. Запишіть основне рівняння руху ротора генератора.
16. Що таке динамічна стійкість ?
17. Що є причинами порушення динамічної стійкості?
18. У чому суть методу площ ?
19. Поясніть фізичний зміст площі прискорення і гальмування при використанні методу площ для аналізу динамічної стійкості .
20. Для чого при аналізі динамічної стійкості використовується метод послідовних інтервалів?
21. Назвіть основні заходи щодо поліпшення динамічної стійкості .
22. Що розуміється під результируючою стійкістю ?
23. Назвіть ознаки асинхронного ходу в системі.
24. Назвіть необхідна і достатня умови ресинхронізації генератора.
25. Назвіть фактори , що впливають на стійкість вузла навантаження .
26. Що розуміється під « лавиною напруги » в системі ?
27. Що обумовлює зміна частоти в системі ?
28. Що розуміється під « лавиною частоти » в системі ?

#### **4. Релейний захист та автоматика**

1. Назвіть принцип дії диференційного захисту.
2. Назвіть принцип дії дистанційного захисту.
3. Назвіть принцип дії максимального струмового захисту.
4. Назвіть принцип дії високочастотного захисту.
5. Які види захисту використовують на генераторах?
6. Які види захисту використовують на трансформаторах?
7. Які види захисту використовують на енергоблоках?
8. Які види захисту використовують на лініях електропередач?
9. Які види захисту використовують на двигунах?
10. Які види захисту використовують на збірних шинах станцій і підстанцій.



11. Які вимоги висуваються до пристроїв релейного захисту та автоматики
12. Які види захисту використовують в електричній мережі постійного струму?
13. Які види захисту використовують в електричній мережі 27,5 кВ?
14. Які види захисту використовують в установках ємкісної компенсації?
15. Які види захисту використовують в перетворюючих агрегатах?
16. Які види захисту використовують в установках 0,4 кВ?
17. Поясніть явище самозапуска двигунів при АВР.
18. Витримка часу при одноразовому і двократному АПВ?
19. У чому достоїнства і недоліки електромеханічних реле захисту?
20. У чому переваги мікропроцесорних терміналів захисту?
21. На що реагує газовий захист трансформатора?
22. Який вигляд мають характеристики спрацьовування першого ступеня дистанційного захисту?
23. Що обмежує чутливість диференціального захисту трансформатора?
24. У чому принципова відмінність дистанційного захисту від пристроїв визначення місця короткого замикання?
25. Як визначається надійність мікропроцесорних пристроїв РЗА?
26. Функції сучасних пристроїв реєстрації аварійних подій і їх технічні характеристики?

#### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Перхач В.С. Теоретична електротехніка: Лінійні кола: Підручник. Київ, ВШ, 1992.- 439 с.
2. Лосев А.К. Теория линейных электрических цепей. –М.: ВШ, 1987. –512 с.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.: «Высшая школа», 1984.
4. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. –Л.: Энергоиздат, 1981. – Т.1, 2.
5. Теоретические основы электротехники / Под ред. П.А.Ионкина.- М.: ВШ, 1976. – Т.1, 2.
6. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. – М.: Энергия, 1975. – 752 с.
7. Атабеков Г.И. Основы теории цепей. –М.: Энергия, 1969. – 424 с.
8. Богорозецкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы. – Л.: Энергоиздат, 1985. – 304 с.
9. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. – М.: ВШ, 1986. – 367

с.

10. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники: задачи и вопросы. – М.: ВШ, 1990. – 208 с.

11. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. – М.: ВШ, 1991. – 351 с.

12. Виноградов Ю.В. Основы электронной и полупроводниковой техники. – М.: Энергия, 1972. – 536 с.

13. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высш. шк., 1970.- 472 с.

14. Винославський В. Н., Пивняк Г. Г., Несен М.И., Рыбалко А. Я., Прокопенко В. У. Перехідні процеси в системах електропостачання. – Київ.: Вища школа, 1989.-422 с.

15. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. – М.: Энергия, 1979.

16. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу “Электромеханические переходные процессы ” для студентов специальностей: 6.05070101 – “Электрические станции”, 6.05070106 – “Системы управления производством и распределением электроэнергии” / Состав. Рудевич Н.В., Пискурев М.Ф. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2011. – 84с.

17. Методические указания к выполнению курсовой работ «Расчет статической и динамической устойчивости простой электрической системы» по курсу “Электромеханические переходные процессы ” для студентов специальностей: 6.05070101 – “Электрические станции”, 6.05070106 – “Системы управления производством и распределением электроэнергии” / Состав. Рудевич Н.В., Пискурев М.Ф. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2011. – 40 с.

18. Беркович М.А. Основы техники релейной защиты.- М.: Энергоатомиздат, 1984. - 376

с.

19. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. -М.: Высшая школа, 1991. -496 с.

27. Чернобровов Н.В. Релейная защита энергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - 800 с.

28. Барзам А.Б. Системная автоматика. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 446 с.

29. Беркович М.А. Автоматика энергосистем.- М.: Энергоатомиздат, 1991.-240с.

30. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики –Л.: Энергоиздат, 1985.- 280с

Схвалено на засіданні кафедри «Автоматизація енергосистем»

Протокол № 7 від 01.02.2018 р.

Завідувач кафедри АКЕС, д.т.н., проф.

О.Г. Гриб

## 142 Енергетичне машинобудування

### 142.01 Енергогенеруючі технології та установки

#### АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування абітурієнтів для участі в конкурсі щодо зарахування на навчання за освітньо-кваліфікаційними рівнями «магістр» та «спеціаліст» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» за спеціалізацією 142-01 «Енергогенеруючі технології та установки» на основі освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» є з'ясування рівня систематизації та узагальнення теоретичних знань та практичних навиків самостійної роботи для розв'язання конкретних конструкторсько-технологічних завдань з використанням сучасних засобів автоматизації.

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

**знати:** методи розрахунків теплових енергетичних установок та ядерних енергостановок; основні розділи термодинаміки, тепломасообміну, механіки, метрології та основ вимірювання, гідравліки, теплотехніки та аналізу технологічних процесів; методи аналізу та синтезу систем автоматичного контролю та керування; основні технічні засоби автоматизації; топкові процеси та пристрої; основи конструювання котлів та реакторів; фізику реакторів.

**вміти:** використовувати методи розрахунків для проектування та розробки котлів та реакторів; розробляти математичні моделі технологічних процесів та комплексів; використовувати програмні та технічні засоби при розробці креслень котлів та реакторів, а також їх елементів; розраховувати та обирати допоміжне обладнання.

Вступне випробування включає наступні навчальні дисципліни професійної підготовки:

1. Топочні процеси та пристрої;
2. Основи конструювання котлів;
3. Фізика реакторів;
4. Основи конструювання енергетичних реакторів.

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

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. ТОПОЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ПРИСТРОЇ

#### **Тема 1. Паливо та його підготовка до спалення.**

Загальна характеристика енергетичного палива, процесів у паливному та газоповітряному трактах котельної установки. Особливості процесів підготовки та спалювання палив у котельній установці. Розрахунки по приведеним характеристикам палива. Фізичні характеристики та властивості твердих, газоподібних і рідких палив. Газове та мазутне господарство ТЕС. Пилоприготування.

#### **Тема 2. Теоретичні основи горіння палива.**

Класифікація хімічних реакцій. Швидкість реакцій. Кінетика горіння газових сумішей. Залежність швидкості реакції від температури, тиску та складу суміші вання. Полум'я, загальна характеристика, класифікація.

#### **Тема 3. Основні положення організації топкового процесу.**

Загальні характеристики топкових процесів та пристроїв. Теоретичні основи організації горіння органічних палив у топках. Технологічні схеми організації топкового процесу. Технологічні схеми організації топкового процесу.

#### **Тема 4. Проектування та розрахунок пальників.**

Загальна характеристика пальників. Газові та газомазутні пальники. Пиловугільні та пилогазомазутні пальники. Теплозабезпечення.

#### **Рекомендована література**

1. Тепловой расчет котлов. Нормативный метод. – С.-Петербург, 1998
2. Тепловой расчет котельных агрегатов / Нормативный метод. – М.: Энергия, 1973.
3. Хзмалян Д.М. Теория топочных процессов. – М.: Энергоатомиздат. – 1990, с.352
4. Хзмалян Д.М., Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства. – М.: Энергия. – 1976, с. 488.
5. Белосельский Б.С., Соляков В.К. Энергетическое топливо. – м.: Энергия. – 1980. - с. 158.
6. Роздатис К.Ф. Котельные установки. – М.: Энергия. – 1977. – с.376.
7. Лебедев А.Н. Подготовка и размол топлива на электростанциях. – М.: Энергия. – 1969. – с.315.
8. Ромадин В.П. Пылеприготовление. – М.-Л.: - ГЭИ. – 19534. – с.519.
9. Левит Г.Т. Пылеприготовление на тепловых электростанциях. – М.: Энергоатомиздат. – 1991. – с.384.
10. Расчет и проектирование пылеприготовительных установок котельных агрегатов (Нормативный метод). – М.: Энергия. – 1973. – с.308.
11. Основы практической теории горения / под ред. В.В.Померанцева. – Л.: Энергоатомиздат. – 1986, с.312..

12. Сборник задач по теории горения / под ред. В.В. Померанцева. – Л.: Энергоатомиздат. – 1986, с.152.
13. Эстеркин Р.И. Основы сжигания газообразных топлив. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
14. Бабий В.И.. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела. – М.: Энергоатомиздат. – 1986. – с.209.
15. Ковалев А.П., Ленева Н.С., Виленский Т.В. Парогенераторы. – Энергоатомиздат. – 1985. – с.376.
16. Тепловые и атомные электростанции: Справочник/ Под общ. ред. В.А.Григорьева, В.М.Зоринаю – Теплоэнергетика и теплотехника; Кн.3). – М.: Енергоатомиздат, 1989, 608 с.
17. 2РТМ 108.030.120-78. Горелки прямоточные пылеугольные и компоновка их с топками. Методы расчета и проектирования.
18. ОСТ 108.030.26-78. Горелки вихревые пылеугольные, пылегазовые и компоновка их с топками. Методы расчета и проектирования.
19. РТМ 108.132.02-81. Горелки унифицированные пылеугольные. Типы, основные параметры, размеры и технические требования.

## **2. ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ КОТЛІВ**

### **Тема 1. Розрахунок топкової камери.**

Класифікація котлів. Технологічна схема виробництва пари. Рівняння теплового балансу. Тепломасообмін в топковій камері. Газощільні зварені екрани.

### **Тема 2. Пароперегрівники.**

Класифікація пароперегрівників. Умови роботи пароперегрівників і засоби підвищення надійності. Компоновка пароперегрівників. Методи регулювання температури перегрітої пари.

### **Тема 3. Низькотемпературні поверхні нагріву.**

Компоновка низькотемпературних поверхонь нагріву. Економайзери. Повітропідігрівники.

### **Тема 4. Методи підвищення корозійної стійкості повітропідігрівників.**

Підвищення температури металу вище точки роси. Підвищення вхідної температури повітря. Розрахунок конвективних поверхонь нагріву котла.

### **Рекомендована література**

- 1.Резников М.И., Липов Ю.М. Паровые котлы тепловых электростанций: Учебник для вузов.- М.:Энергоиздат, 1981.-240 с.
- 2.Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) /под ред Кузнецова –М.:1973

### **3. ФІЗИКА РЕАКТОРІВ**

#### **Тема 1. Ядерний паливний цикл.**

Паливний цикл та атомна енергетика. Стадії ядерного паливного циклу. Життєвий цикл палива. Проблеми безпеки на стадіях паливного циклу.

#### **Тема 2. Ядерне паливо та засади проектування.**

Загальні поняття про ядерне паливо та активні зони. Особливості палива для реакторів на теплових та на швидких нейтронах. Збагачення ядерного палива.

#### **Тема 3. Твेलі.**

Твेलі та їх призначення. Класифікація твелів. Конструкційні виконання твелів. Оболонки та кінцеві елементи твелів.

#### **Тема 4. Паливні матеріали.**

Металевий уран. Дисперсійне паливо. Властивості паливних матеріалів та їх сумісність з теплоносіями та конструкційними матеріалами.

#### **Тема 5. Конструкційні матеріали твелів та ТВЗ.**

Нержавіючі сталі. Цирконій і сплави. Алюміній і сплави. Магній і сплави. Титан. Графіт та піро - вуглецеві матеріали.

#### **Тема 6. Проектування твелів.**

Проектування твелів та ТВЗ. Технічне завдання. Конструкторська документація.

#### **Тема 7. Випробування та приймання твелів і ТВЗ.**

Корозійні випробування в автоклавах. Випробування на гідравлічний опір. Механічні випробування.

#### **Рекомендована література**

1. Бартоломей Г.Г., Бать Г.А., Байков В.Д., Алтухов М.С. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов. М.: Энергия, 1982
2. Емельянов И.Я., Михан В.И., Соломин В.Н., Демешев Р.С., Рекшня Н.Ф. Конструирование ядерных реакторов. М.: Энергоиздат, 1982
3. Крамеров А.Я., Шевелев Я.В. Инженерные расчеты ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1984
4. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы. М.: Энергоатомиздат, 1984
5. Рассохин Н.Г. Парогенераторные установки атомных электростанций. Б.: Атомиздат, 1980

### **4. ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕАКТОРІВ**

#### **Тема 1. Енергетичні реактори**

Основні схеми виробництва пари на АЕС. Загальні відомості про ядерні реактори. Особливості ядерних реакторів та компонування ЯР. Класифікація ядерних реакторів

## **Тема 2. Загальні характеристики та принципи дії енергетичних реакторів**

Водо-водяні реактори.. Реактори із графітовим сповільнювачем. Важководні реактори. Реактори на швидких нейтронах. Рідкопаливні реактори.

## **Тема 3. Енерговиделення ядерних реакторів**

Енерговиділення в реакторі й організація тепло відводу. Джерела енерговиділення. Організація тепловідводу.

## **Тема 4. Паливні матеріали.**

Металевий уран. Дисперсійне паливо. Властивості паливних матеріалів та їх сумісність з теплоносіями та конструкційними матеріалами.

## **Тема 5. Тепловий розрахунок ядерних реакторів.**

Основні вихідні дані. Розрахунок киплячих реакторів. Теплогідравлічний розрахунок високотемпературних реакторів з кульовими твелями. Визначення основних вихідних даних і температури теплоносія по висоті активної зони.

### **Рекомендована література**

1. Емельянов И.Я., Михан В.И., Соломин В.Н., Лемешев Р.С., Рекшня Н.Ф. Конструирование ядерных реакторов. М.: Энергоиздат, 1982
2. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы. М.: Энергоатомиздат, 1984
3. Дементьев Б.А. Конспект лекций по курсу «Конструкции и тепловой расчет ядерных реакторов». М.:МЭИ, 1975
4. Крамеров А.Я., Шевелев Я.В. Инженерные расчеты ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1964
5. Бартоломей Г.Г., Бать Г.А., Байков В.Д., Алтухов М.С. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов. М.: Энергия, 1982
6. Широков С.В. Ядерные энергетические реакторы. Киев: НТУ «КПИ», 1997. -280с.

## **ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

### **1. ТОПОЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ПРИСТРОЇ**

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.

## **2. ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ КОТЛІВ**

1. Класифікація котлів.
2. Склад продуктів згоряння палива.
3. Ентальпія продуктів згоряння.
4. Повітряний баланс котла.
5. Рівняння теплового балансу.
6. Втрати теплоти у котлі.
7. Корисно використане тепло.
8. Класифікація топочних екранів.
9. Класифікація пароперегрівників.
10. Компоновка пароперегрівників.
11. Методи регулювання температури перегрітої пари.
12. Методи підвищення корозійної стійкості повітропідігрівників.
13. Нижча теплота згоряння.
14. Основні елементи котла.
15. Маркування котлів.

## **3. ФІЗИКА РЕАКТОРІВ**

1. Особливості атомної енергетики.
2. Життєвий цикл палива.
3. Поняття про відкритий та замкнений паливний цикл.
4. Особливості палива для реакторів на теплових нейтронах.



5. Особливості палива для реакторів на швидких нейтронах.
6. Призначення твелів.
7. Класифікація твелів.
8. Конструкційні виконання твелів.
9. Ізотопи урану.
10. Щільність палива.
11. Збагачення палива ізотопом U 235.
12. Конструкційні матеріали твелів та ТВЗ.
13. Дія випромінювання на матеріали.
14. Технології виготовлення дисперсійного палива та твелів.
15. Стадії проектування твелів та ТВЗ.
16. Критерії проектування твелів та ТВЗ.
17. Випробування твелів та ТВЗ.
18. Транспортування твелів та ТВЗ.
19. Ідентифікація твелів та ТВЗ.
20. Упакування твелів та ТВЗ.

### **3. ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕАКТОРІВ**

1. Переваги атомної енергетики.
2. Принципові схеми виробництва пари на АЕС.
3. Принципова схема ядерного реактора.
4. Коефіцієнти відтворення й розмноження.
5. Розрахунок енергії зв'язку нуклонів в ядрі.
6. Матеріали ядерного реактора.
7. Вимоги до матеріалів ядерного реактора.
8. Характеристики рідких теплоносіїв.
9. Характеристики газоподібних теплоносіїв.
10. Класифікація реакторів.
11. Основні типи енергетичних реакторів.
12. Принципова конструкція водо-водяних.
13. Принципова схемагазо-графітових реакторів.
14. Конструкція важководних реакторів.
15. Конструкція реакторів на швидких нейтронах.
16. Конструкція рідкопаливних реакторів.
17. Енерговиділення в активній зоні реактора.

18. Енерговиділення в корпусі реактора.
19. Залишкове енерговиділення.
20. Типи й особливості киплячих реакторів.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється за чотирьох бальною системою: “відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”. При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді абітурієнта
<b>відмінно (5)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>✓ глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>✓ продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>✓ правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи, нормативні та довідкові матеріали, проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>✓ показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>✓ показав вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>✓ у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>
<b>добре (4)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>✓ виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>✓ правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>✓ виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</li> </ul>
<b>задовільно (3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>✓ виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>✓ допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>✓ з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>✓ виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>
<b>незадовільно (2)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li> <li>✓ виявив незнання більшої частини тем курсу;</li> <li>✓ допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів;</li> <li>✓ неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</li> </ul>

## 142 Енергетичне машинобудування

### 142.03 Газотурбінні установки і компресорні станції

#### АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня «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.

Майбутній інженер-енергетик та магістр з енергомашинобудування зі спеціальності «Енергетичне машинобудування» спеціалізацій «Турбіни», «Газотурбінні установки і компресорні станції» повинен володіти необхідним спектром вмінь і навиків з розробки та проектування паротурбінних та газотурбінних установок, з регулювання та експлуатації теплоенергетичного устаткування, з використання комп'ютерних та інформаційних технологій при проектуванні енергетичних установок; впровадження нових технологій для підвищення енергоефективності виробництва.

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

*знати:* основні положення газодинаміки та тепломасообміну, теорію робочих процесів парових та газових турбін, основні принципи роботи паротурбінних та газотурбінних установок на змінних режимах роботи, теорію та принципи розрахунку циклів газотурбінних установок, конструкцію турбомашин;

*вміти:* виконувати теплові розрахунки проточної частини турбоустановок та розрахунки елементів турбоустановки на міцність, розрахунки циклів газотурбінних установок та теплових схем паротурбінних установок;

*володіти:* комп'ютерними технологіями для виконання інженерних розрахунків, прикладними програмами для виконання креслень, навичками програмування інженерних задач мовами високого рівня.

Вступне фахове випробування включає зміст навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Гідрогазодинаміка
2. Тепломасообмін

*спеціалізація «Турбіни»:*

1. Парові турбіни
2. Газові турбіни та газотурбінні установки

### 3. Прикладна теорія коливань

*спеціалізація «Газотурбінні установки і компресорні станції»:*

1. Газотурбінні установки, теорія робочих процесів в газових турбінах
2. Теорія компресорів
3. Газоперекачувальні станції та газові мережі

Організація вступного випробовування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію НТУ «ХП».

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Гідрогазодинаміка

- 1.1 Основні поняття механіки рідини, газу та газоподібного середовища.
- 1.2 Гідростатика.
- 1.3 Основні закони аеродинаміки.
- 1.4 Кінематика рідини.

#### *Рекомендована література*

1. *А.В. Бойко*. Гідрогазодинаміка. Харків: НТУ "ХП1", 2005, 392 с.
2. *Н.Я. Фабрикант*. Аеродинаміка, ч.1. - М.Л.: ГИТТЛ, 1949, 624 с.
3. *Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б. В. Некрасов и др.* Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы. - 2-е изд., -М.: Машиностроение, 1982, 423 с.
4. *Г.Н. Абрамович*. Прикладная газовая динамика, - М.: Наука, 1969, 824 с.

### 2. Тепломасообмін

- 2.1 Теплопровідність при стаціонарному режимі
- 2.2 Нестационарні процеси теплопровідності
- 2.3 Конвективний теплообмін

#### *Рекомендована література*

1. *Исаченко В.П., Осипова П.А., Сукомел А.С.* Теплопередача, «Энер-гия», 1981
2. *Краснощеков В.А., Сукомел А.С.* Задачник по теплопередаче. М. 1975

### 3. Прикладна теорія коливань

- 3.1 Класифікація коливань механічних систем. Причини виникнення динамічних навантажень.
- 3.2 Основні поняття і визначення теорії коливань на базі виведення і рішення диференціальних рівнянь руху механічної системи. Виведення основних рівнянь коливань.
- 3.3 Коливання робочих лопаток.
- 3.4 Коливання роторів.
- 3.5 Коливання дисків.

*Рекомендована література*

1. Жирицкий Г.С.у Струнник В.А. «Конструкции и расчет на прочность деталей паровых и газовых турбин», 1968г.
2. Левин А.В., Боришанский К.Н., Копсон Е.Д. « Прочность и вибрация лопаток и дисков паровых турбин», 1981г.
3. Самойлович Г.С. «Возбуждение колебаний лопаток турбомашин», 1975г.
4. Бабаков И. М. Теория колебаний, 1968г.

4. Парові турбіни

- 4.1 Типи парових турбін. Цикли паротурбінних установок.
- 4.2 Основні рівняння течії стисливої рідини.
- 4.3 Решітки профілів. Геометричні та аеродинамічні характеристики решіток.
- 4.4 Надзвукова течія в решітках. Течія пари в косому зрізі решіток. Формула Бера.
- 4.5 Ступінь турбіни. Геометричні характеристики ступенів.
- 4.6 Відносний лопатковий ККД ступеня активного типу.
- 4.7 Ступені швидкості. Відносний лопатковий ККД. Оптимальне відношення ( $U/C_{\phi}$ ).
- 4.8 Внутрішній відносний ККД. Втрати тертя та їх вплив на оптимальне відношення ( $U/C_{\phi}$ ).

*Рекомендована література*

1. Щегляев А.В. Паровые турбины. - М.: Энергия, 1976.
2. Паровые и газовые турбины. Под ред. Костюка А.Г. и Фролова В.В. - М: Энергоатом издат, 1985.
3. Паровые и газовые турбины. Сборник задач. Под ред. Самойловича Г.С. и Трояновского Б.М. - М.: Энергоатомиздат, 1987.

5. Газові турбіни та газотурбінні установки (ГТУ)

- 5.1 Цикли газотурбінних установок.
- 5.2 Розрахунок схем ГТУ на номінальному режимі роботи
- 5.3 Робота ГТУ на змінних режимах роботи
- 5.4 Розрахунок схем ГТУ на частковому режимі роботи

*Рекомендована література*

1. Шнеэ Я. И и др. Газовые турбины, Т. 1, Высшая школа, 1976.
2. Касаткин А.А. Расчет схем ГТУ. Учебное пособие, 1999.
3. Котляр ИВ. Частичные и переходные режимы работы судовых газотурбинных установок. Изд-во «Судостроение», Л: 1966.

6. Газотурбінні установки, теорія робочих процесів в газових турбінах

- 6.1 Цикли газотурбінних установок
- 6.2 Розрахунок схем ГТУ на номінальному режимі роботи

- 6.3 Термогазодинамічний розрахунок турбінного ступеня
- 6.4 Втрати в турбінному ступені
- 6.5 Проектування проточної частини багатоступінчастої газової турбіни

*Рекомендована література*

1. Шнез Я.И и др. Газовые турбины, Т.1, Высшая школа, 1976.
2. Касаткин А.А. Расчет схем ГТУ. Учебное пособие, 1999.
3. Зальф Г.А. Тепловой расчет стационарных газовых турбин. М.-Л.: Машиностроение, 1964.
4. Стационарные газотурбинные установки / под ред. Л.В. Арсеньева и В.Г. Тарышкина. Л.: Машиностроение, 1989.

7. Теорія компресорів

- 7.1 Основні рівняння теорії лопаткових машин, термодинамічні процеси
- 7.2 Теорія і тепловий розрахунок компресорів
- 7.3 Конструкції відцентрових і осьових компресорів

*Рекомендована література*

1. Шерстюк А.Н. Компрессоры. М: Госэнергоиздат, 1959.
2. Холщевников К.В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин. М: Машнос і роение, 1970.

8. Газоперекачувальні станції і газові мережі

- 8.1 Лінійні компресорні станції
- 8.2 Основні об'єкти і споруди магістральних газопроводів
- 8.3 Види газоперекачувальних апаратів природного газу і їх характеристики
- 8.4 Електрохімічний захист магістральних газопроводів

*Рекомендована література*

1. Ревзин Б.С.. Газотурбинные и газоперекачивающие агрегаты. Москва: Недра, 1986.
2. Гура Л.О. Газоперекачувальні станції магістральних газопроводів. Навчальний посібник. Харків: НТУ «ХПШ», 2006.

**ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

**1. Гідрогазодинаміка**

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.

## 2. Тепломасообмін

1. Визначення коефіцієнта тепловіддачі.
2. Передача теплоти теплопровідністю. Закон Фур'є.
3. Граничні умови теплообміну 1-го - 4-го роду.
4. Критерії подібності процесів теплообміну. їх фізичний зміст.
5. Природна й змушена конвекція (визначення термінів).

## 3. Прикладна теорія коливань

1. Змушені коливання. Резонанс. Коефіцієнт динамічності.
2. Форми й частоти власних коливань лопаток постійного профілю з різними засобами закріплення верхнього кінця.
3. Форми й частоти власних коливань лопаток, зв'язаних бандажем.
4. Коливання обертового валу. Критичне число обертів валу. Форми коливань дисків.

## 4. Газові турбіни та ГТУ

1. Простий цикл ГТУ.
2. Причини та способи ускладнення циклів ГТУ. Приклад складного циклу та принцип його роботи.
3. Цикл ГТУ з регенерацією теплоти.
4. Принцип розрахунку схеми ГТУ на номінальний режим роботи
5. Основні особливості роботи циклів ГТУ на змінних режимах.
6. Розрахунок багатоступінчастої газової турбіни методом об'ємної витрати.

## 5. Парові турбіни

1. Перелічити й записати основні рівняння для стисливої рідини.
2. Перелічити основні втрати при течії в решітках і пояснити механізм їх утворення.
3. Особливості надзвукової течії в решітках.
4. Визначити відносні лопаткові ККД активного й реактивного ступеня ( $\rho=0,5$ ) і зіставити їх залежність від відношення швидкостей  $U/C_f$ .
5. Причини зміни параметрів потоку вздовж радіусу турбінного ступеня.

## 6. Газотурбінні установки, теорія робочих процесів в газових турбінах

1. Простий цикл ГТУ.
2. Причини та способи ускладнення циклів ГТУ. Приклад складного циклу та принцип його роботи.
3. Кінематика потоку в ступені газової турбіни. Трикутники швидкостей
4. Відносний лопатковий ККД ступеня турбіни.
5. Силова взаємодія робочих лопаток з потоком /ату. Колове та осьове зусилля.



## 7. Теорій компресорів

1. Особливості конструкції відцентрового компресора
2. Особливості конструкції осьового компресора
3. Основні параметри решіток осьових компресорів. Трикутники швидкостей
4. Основні параметри решіток відцентрових компресорів. Трикутники швидкостей

## 8. Газоперекачувальні станції і газові мережі

1. Призначення лінійних компресорних станцій
2. Охарактеризувати основні об'єкти і споруди магістральних газопроводів
3. Основні характеристики і види газоперекачувальних апаратів природного газу
4. Сутність електрохімічного захисту магістральних газопроводів

## КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завданням вступного іспиту оцінюється за чотирьох бальною системою: "відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно".

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виражена з оцінок відповідей на усі запитання.

<b>Оцінка за 5 бальною системою</b>	<b>Характеристика відповіді</b>
Відмінно (5)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>- глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>- продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали;</li> <li>- проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>- показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>- показав вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>- у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>

Добре (4)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>- виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>- допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів</li> </ul>
Задовільно (3)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>- виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>- допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>- виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками</li> </ul>
Незадовільно (2)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li> <li>- виявив незнання більшої частини тем курсу;</li> <li>- допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо;</li> <li>- неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати</li> </ul>

Схвалено на засіданні кафедри турбінобудування

Протокол № 2 від 22.02.2018 р

Завідувач кафедри

О.П. Усатий

**142 Енергетичне машинобудування**  
**142.04 Двигуни внутрішнього згоряння**

**АНОТАЦІЯ**

Фахове випробування абітурієнтів для участі в конкурсі щодо зарахування на навчання для отримання освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» за спеціалізацією 142-4 – «Двигуни внутрішнього згоряння» на основі освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» спеціальності 142 - «Енергетичне машинобудування» передбачає з'ясування рівня систематизації та узагальнення теоретичних знань та практичних навиків самостійної роботи для розв'язання конкретних завдань у галузі знань «Електрична інженерія», зокрема двигунобудуванні.

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 відповідно до освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра.

Вступні випробування передбачають вибіркочну перевірку знань з нормативних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки студентів відповідно до обраної спеціальності, а також додатково можуть передбачати перевірку знань з дисциплін гуманітарних і соціально-економічних дисциплін відповідно до освітньо-професійної програми спеціальності 142 - «Енергетичне машинобудування»

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

устрій, механізми і системи двигунів внутрішнього згоряння, принципи роботи двигунів внутрішнього згоряння, основи експлуатації та ремонту двигунів внутрішнього згоряння, палива і мастила для двигунів внутрішнього згоряння, основи технології виготовлення двигунів внутрішнього згоряння, основні фізичні та хімічні закони, теплотехніки, інформатики;

**вміти**:

застосовувати сучасні методи розрахунків робочого процесів, динамічного розрахунку двигунів внутрішнього згоряння, їх систем, розрахунки на міцність основних деталей.

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

## **ЗМІСТ ПРОГРАМИ**

### **Двигуни внутрішнього згоряння**

Принципи роботи двигунів внутрішнього згоряння. Дійсні термодинамічні цикли. Параметри робочого процесу. Динаміка двигунів внутрішнього згоряння. Системи двигунів внутрішнього згоряння. Розрахунки на міцність основних деталей.

### **Теоретичні основи теплотехніки**

Основні поняття термодинаміки. Термодинамічні параметри стану речовин. Закони ідеальних газів. Теплофізичні властивості робочих тіл. Показники термодинамічних процесів. Закони термодинаміки. Теоретичні термодинамічні цикли. Застосування законів термодинаміки в теплових машинах.

### **Інформатика**

Загальна структура ЕОМ. Операційні системи. Особливості розробки алгоритмів. Алгоритмічні мови, основні оператори, використання підпрограм. Застосування систем програмування в інженерній діяльності. Застосування прикладного програмного забезпечення в інженерній діяльності. Базове програмне забезпечення САПР. Мережеві комп'ютерні технології.

## **ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

### **Двигуни внутрішнього згоряння**

1. Історія зародження парових машин. Перші промислові парові машини. Універсальна парова машина Джеймса Уатта.
2. Перші конструкції ДВЗ. Двигуни Ленуара, Ніколаса Отто, Рудольфа Дизеля.
3. Класифікація ДВЗ за їх основними показниками.
4. Робочі цикли двотактних ДВЗ.

5. Робочі цикли чотирьохтактних ДВЗ.
6. Особливості використання наддуву двигунів.
7. Показники й характеристики двигунів.
8. Палива, моторні масла та охолоджуючі рідини.
9. Основні механізми ДВЗ, їх конструкція.
10. Основні системи ДВЗ, особливості їх конструкції.
11. Газові турбіни. Реактивні двигуни.
12. Двигуни нетрадиційних конструкцій.
13. Основні напрямки розвитку двигунів, як джерел енергії.

### **Теоретичні основи теплотехніки**

1. Термодинамічні параметри стану (екстенсивні та інтенсивні). Рівноважний та нерівноважний стан системи. Термодинамічні процеси.
2. Принцип незворотності в адіабатній системі. Емпірична та метрична ентропія. Принцип існування ентропії.
3. Теплоємність газів. Залежність теплоємності від температури, способу підводу теплоти.
4. Закони ідеальних газів. Термічні рівняння стану ідеального газу.
5. Перший закон термодинаміки.
6. Другий закон термодинаміки.
7. Третій закон термодинаміки.
8. Основні термодинамічні процеси. Робота, теплота, внутрішня енергія, ентальпія.
9. Типи циклів ДВЗ. Питома робота газів в циклі. ККД циклу.

### **Інформатика**

1. Призначення, структура та використання операційних систем.
2. Поняття файлу, поняття файлової системи. Фізична і логічна структура файлової системи.
3. Призначення та можливості використання систем програмування. Системи програмування в інженерній діяльності.
4. Алгоритмічна мова. Особливості розробки алгоритмів. Вимоги до засобів алгоритмічних мов.
5. Основні оператори мов програмування.
6. Особливості організації циклів.

7. Використання підпрограм.
8. Мережеві комп'ютерні технології. Типи мереж. Будова мереж. Обмін інформацією в мережах.
9. Базове програмне забезпечення автоматизованих систем, призначення та класифікація.

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: Підручник – К.: Арістей, 2004. – 476 с.
2. Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згорання: 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.
3. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. Под ред. А.С.Орлина и М.Г.Круглова. Машиностроение. 1990.
4. Моравский А.В., Файн М.А. Огонь в упряжке. – М., Знание, 1990.
5. Гагарин Е.И. Развитие конструкции автомобильных двигателей. – М., Издательство академии наук СССР, 1962. – 191 с.
6. Акимов П.П. История развития судовых энергетических установок. – Л.: Судостроение. – 1966. – 188 с.
7. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов / А.И. Колчин, В.П. Демидов – М.: Высш. шк., 2002. – 496 с.
8. Дьяченко В.Г. основы теплотехники и тепловые машины. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. –145с.
9. Колієнко А.Г. Термодинаміка: Навчальний посібник. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 130 с.
10. Техническая термодинамика: Учебник для машиностроительных специальностей вузов. Под ред. В.И.Крутова. – М.: «Высшая школа», 1991. –384 с.;
11. Теплотехника; Под ред. В.И. Крутова. –М.:«Машиностроение», 1986. –426 с.;
12. Современные дизели: повышение топливной экономичности и длительной прочности; Под ред. А.Ф. Шеховцов. – К.: «Техника», 1992. –272с.;
13. Процессы в перспективных дизелях; Под ред. А.Ф. Шеховцов. –Х.: «Основа», 1992. – 352 с.;

14. Автомобільні двигуни: Підручник для вузів / І.І. Тимченко, Ю.Ф. Гутаревич, К.Е. Долганов, Р.М.Муждабаєв. –Х.: «Основа», 1995. –464 с.;
15. Руденко В.Д., Макачук А.М., Патланжоглу М.А. Курс інформатики. Под ред. Мадзигона В.Н. – К.: Феникс, 1998. – 386 с.
16. IBM PC для користувача : Краткий курс/ В.Э.Фигурнов. -М.: ИНФРА-М, 2006.-480 с.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
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 на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні</b>;</li> <li>– <b>вміння розв'язувати складні практичні задачі</b></li> </ul>	відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b>
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</b></li> </ul>	відповіді на запитання містять <b>певні неточності</b>

			<b>практичні задачі</b>	
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>– вміння давати <b>аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки</b>;</li> <li>– вміння розв'язувати <b>практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– невміння використовувати теоретичні знання для розв'язування <b>складних практичних задач</b></li> </ul>
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>– вміння розв'язувати прості <b>практичні задачі</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– невміння давати <b>аргументовані відповіді</b> на запитання;</li> <li>– невміння <b>аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки</b>;</li> <li>– невміння розв'язувати <b>складні практичні задачі</b></li> </ul>
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> </ul>



				<ul style="list-style-type: none"> <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	Незадові льно	–	<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>

Програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри ДВЗ, протокол № 3 від 14 березня 2018 р.

Завідувач кафедри ДВЗ проф.

В.О. Пильов

**142 Енергетичне машинобудування**  
**142.06 Кріогенна та холодильна техніка**

**АНОТАЦІЯ**

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

**ЗМІСТ ПРОГРАМИ**

Вступні випробування охоплюють перелік дисциплін загальної підготовки, дисциплін професійної та фахової підготовки. Вступник повинен знати **теоретичні основи низькотемпературної техніки, пристрої та автоматизація холодильних та кріогенних систем, основи цифрової та мікропроцесорної техніки, метрологію та стандартизацію та ін.**

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ**

1. Охарактеризувати основні діаграми гетерогенних бінарних сумішей. Дати їх призначення
2. Охарактеризувати холодоутворюючі процеси.
3. Дроселювання
4. Адіабатне розширення газу. Детандер Вихлоп.
5. Трубка Ранка-Хілша.
6. Роль Ідеальних циклів і процесів у аналізі.
7. Класифікація холодильних і кріогенних установок і циклів
8. Реальні цикли. Втрати, ефективність реальних циклів.
9. Цикли парових компресійних холодильних машин Цикл ХМ з дроселюванням хладагенту
10. Причини переходу до багатоступінчатого стиснення. Вплив багатоступінчастого стиснення і дроселювання на незворотні втрати в циклі
11. Цикл каскадної холодильної машини.
12. Теоретичний процес пароежекторної холодильної машини Область застосування ПЕХМ
13. Основні поняття ректифікації бінарної суміші Аналіз процесу ректифікації в Іх діаграмі
14. Метод Понсона визначення числа тарілок ректифікаційної колони Метод Мак-Кеба і Тіле визначення числа тарілок ректифікаційної колони
15. Схеми та принцип дії абсорбційної холодильної машини. Графічний розрахунок найпростішої схеми машини

16. Види автоматизації холодильних машин та установок.
17. Пристрої і засоби автоматизації холодильних та криогенних установок
18. Прилади для автоматичного контролю тиску та розрідження.
19. Методи вимірювання температури. Особливості використання термометрів в холодильних та криогенних системах.
20. Прилади регулювання і сигналізації рівня.
21. Перетворювачі вологості в системах автоматизації холодильних установок. Вимірювачі вологості.
22. Автоматизація компресорних холодильних машин.
23. Системи регулювання продуктивності компресорів за допомогою регуляторів прямої та непрямої дії.
24. Терморегулюючі вентилі, реле температури, реле і регулятори тиску, електромагнітні вентилі.
25. Системи автоматичного управління параметрами малих холодильних машин. Температурні та пускозахисні реле.
26. Види і параметри імпульсних сигналів. Способи вимірювання параметрів імпульса.
27. Формуючі ланцюги. Диференціюючі та інтегруючі пристрої.
28. Електронні ключі та обмежувачі.
29. Імпульсні підсилювачі.
30. Мультивібратори і генератори імпульсів
31. Імпульсні прилади на інтегральних операційних підсилювачах.
32. Мультивібратор на операційному підсилювачі
33. Алгебра логіки. Системи рахування. Взаємозв'язок систем рахування.
34. Основні логічні операції, їх реалізація на діодах, транзисторах та інтегральних мікросхемах.
35. Види та параметри логічних мікросхем. Параметри логічних мікросхем ТТЛШ, КМДН і ЕЗЛ типів.
36. Види функціональних пристроїв. Комбінаційні та послідовні пристрої.
37. Якісна і кількісна характеристика вимірюваних величин. Системи одиниць.
38. Засоби вимірювань. Нормовані метрологічні характеристики засобів вимірювань.
39. Похибки вимірювань та їх види. Метрологічна надійність засобів вимірювання.
40. Методи зменшення похибки вимірювань. Стабілізація режимів вимірювань. Надійність технічних систем та методи її оцінки.
41. Еталони частоти, електрорушійної сили, сили електричного струму, маси, температури.
42. Методи вимірювань температури, параметрів магнітних та електричних полів.
43. Методи вимірювання напруги та сили електричного струму.
44. Розширювання меж вимірювання. Компенсаційні методи.

45. Електронний вольтметр змінного струму.
46. Мостові методи вимірювання R,L,C.
47. Вимірювання параметрів напівпровідникових приладів.
48. Цифрові методи вимірювань. Цифровий частотомір і вольтметр

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Архаров А.М., Марфенина И.В., Микулин Е.И. Криогенные системы. Основы теории и расчета. - М. Машиностроение. 1988. 464 с.
2. Теплофизические основы получения искусственного холода. Справочник. Под ред. А.В.Быкова. М. Пищевая промышленность.1980. - 228. 226 с.
3. Холодильные машины: Уч. Пос./Н.Н. Кошкин, И.А. Сакун, Е.М. Бамбушек и др. Под общей ред. И.А. Сакуна. – Л.: Машиностроение, 1985.– 510 с.
4. Бабакин Б.С., Стефанчук В.И., Ковтунов Е.Е. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе. – М.: Колос. – 160 с.
5. Галимова Л.В. Абсорбционные холодильные машины и тепловые насосы: Учеб. Пособие. Астрахань: Изд-во АГТУ, 1997. 226 с.
6. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. Л.:Машиностроение. 1976. 464 с.
7. Теоретические основы хладотехники. Тепломассообмен. /Под ред. Э.И.Гуйго. – М.: Агропромиздат, 1986.–320с.
8. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур». Под общ. ред. Л.С.Тимофеевского.-СПб.: Политехника,1997.-992 с.
9. Курылев Е.С. , Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д. Холодильные установки. – СПб.: Политехника, 2002г.
- 10.Учебник по холодильной технике: Учебное издание/ В. Мааке, Г.Ю. Эккерт, Ж.Л. Кошпен.;Перевод с французского под ред. д-ра техн. наук В. Б. Сапожникова. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998г. - 1142 с.
- 11.Новотельнов В.Н. Криогенные машины: Учебник для вузов.- СПб.: Политехника, 1991.- 335 с.
- 12.Якименко Ю.І.,Терещенко Т.О., Сокол Є.І. та ін. Мікропроцесорна техніка Київ, Політехніка 2004 – 440с.
- 13.Міліх В.І.,Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка Київ,Каравела,2007.
- 14.Лифиц И.М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации.-М.: Юрайт, 2000.-283 с.
- 15.Метрологія та вимірювальна техніка. Підручник За ред..Поліщука Є.С.Львів, Бескит БІТ 2003-544с.

16.Бондаренко В.І. та ін. Основи метрології та електричні вимірювання у прикладах і задачах.  
Навчальний посібник.-Київ:ІСДО, 1995-158с

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється чотирьохбальною системою: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

При оцінювання знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
<p><b>Відмінно</b> <b>(5)</b></p>	<p>Абітурієнт: грунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання; глибоко аргументував прийняті рішення; продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади; правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх; показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу; у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</p>
<p><b>Добре</b> <b>(4)</b></p>	<p>Абітурієнт повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко; виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади; правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх; допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу; виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів..</p>

<p><b>Задовільно</b> <b>(3)</b></p>	<p>Абітурієнт: відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень; виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади; допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу; з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати; виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з</p>
<p><b>Незадовільно</b> <b>(2)</b></p>	<p>Абітурієнт: невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину); виявив незнання більшої частини тем курсу; допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо; неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</p>

Схвалено на засіданні кафедри «Технічна кріофізика»

Протокол № 5 від 1.02.2018 р.

Завідувач кафедри ТКФ

А.Ю.Сіпатов

## 142 Енергетичне машинобудування

### 142.07 Турбіни

#### АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня «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.

Майбутній інженер-енергетик та магістр з енергомашинобудування зі спеціальності «Енергетичне машинобудування» спеціалізацій «Турбіни», «Газотурбінні установки і компресорні станції» повинен володіти необхідним спектром вмінь і навиків з розробки та проектування паротурбінних та газотурбінних установок, з регулювання та експлуатації теплоенергетичного устаткування, з використання комп'ютерних та інформаційних технологій при проектуванні енергетичних установок; впровадження нових технологій для підвищення енергоефективності виробництва.

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

*знати:* основні положення газодинаміки та тепломасообміну, теорію робочих процесів парових та газових турбін, основні принципи роботи паротурбінних та газотурбінних установок на змінних режимах роботи, теорію та принципи розрахунку циклів газотурбінних установок, конструкцію турбомашин;

*вміти:* виконувати теплові розрахунки проточної частини турбоустановок та розрахунки елементів турбоустановки на міцність, розрахунки циклів газотурбінних установок та теплових схем паротурбінних установок;

*володіти:* комп'ютерними технологіями для виконання інженерних розрахунків, прикладними програмами для виконання креслень, навичками програмування інженерних задач мовами високого рівня.

Вступне фахове випробування включає зміст навчальних дисциплін професійної підготовки:

3. Гідрогазодинаміка

4. Тепломасообмін

*спеціалізація «Турбіни»:*

4. Парові турбіни

5. Газові турбіни та газотурбінні установки

## 6. Прикладна теорія коливань

*спеціалізація «Газотурбінні установки і компресорні станції»:*

4. Газотурбінні установки, теорія робочих процесів в газових турбінах

5. Теорія компресорів

6. Газоперекачувальні станції та газові мережі

Організація вступного випробовування здійснюється відповідно до Положення про приймальну комісію НТУ «ХП».

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

## 1. Гідрогазодинаміка

1.5 Основні поняття механіки рідини, газу та газоподібного середовища.

1.6 Гідростатика.

1.7 Основні закони аеродинаміки.

1.8 Кінематика рідини.

*Рекомендована література*5. *А.В. Бойко.* Гідрогазодинаміка. Харків: НТУ "ХП1", 2005, 392 с.6. *Н.Я. Фабрикант.* Аеродинаміка, ч.1. - М.Л.: ГИТТЛ, 1949, 624 с.7. *Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б. В. Некрасов и др.* Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы. - 2-е изд., -М.: Машиностроение, 1982, 423 с.8. *Г.Н. Абрамович.* Прикладная газовая динамика, - М.: Наука, 1969, 824 с.

## 3. Тепломасообмін

3.1 Теплопровідність при стаціонарному режимі

3.2 Нестационарні процеси теплопровідності

3.3 Конвективний теплообмін

*Рекомендована література*9. *Исаченко В.П., Осипова П.А., Сукомел А.С.* Теплопередача, «Энер-гия», 198110. *Краснощеков В.А., Сукомел А.С.* Задачник по теплопередаче. М. 1975

## 11. Прикладна теорія коливань

11.1 Класифікація коливань механічних систем. Причини виникнення динамічних навантажень.

11.2 Основні поняття і визначення теорії коливань на базі виведення і рішення диференціальних рівнянь руху механічної системи. Виведення основних рівнянь коливань.

11.3 Коливання робочих лопаток.

11.4 Коливання роторів.

11.5 Коливання дисків.



*Рекомендована література*

5. Жирицкий Г.С.у Струнник В.А. «Конструкции и расчет на прочность деталей паровых и газовых турбин», 1968г.
6. Левин А.В., Боришанский К.Н., Копсон Е.Д. « Прочность и вибрация лопаток и дисков паровых турбин», 1981г.
7. Самойлович Г.С. «Возбуждение колебаний лопаток турбомашин», 1975г.
8. Бабаков И. М. Теория колебаний, 1968г.

## 12. Парові турбіни

- 12.1 Типи парових турбін. Цикли паротурбінних установок.
- 12.2 Основні рівняння течії стисливої рідини.
- 12.3 Решітки профілів. Геометричні та аеродинамічні характеристики решіток.
- 12.4 Надзвукова течія в решітках. Течія пари в косому зрізі решіток. Формула Бера.
- 12.5 Ступінь турбіни. Геометричні характеристики ступенів.
- 12.6 Відносний лопатковий ККД ступеня активного типу.
- 12.7 Ступені швидкості. Відносний лопатковий ККД. Оптимальне відношення  $(U/C_{\phi})$ .
- 12.8 Внутрішній відносний ККД. Втрати тертя та їх вплив на оптимальне відношення  $(U/C_{\phi})$ .

*Рекомендована література*

4. Щегляев А.В. Паровые турбины. - М.: Энергия, 1976.
5. Паровые и газовые турбины. Под ред. Костюка А.Г. и Фролова В.В. - М: Энергоатом издат, 1985.
6. Паровые и газовые турбины. Сборник задач. Под ред. Самойловича Г.С. и Трояновского Б.М. - М.: Энергоатомиздат, 1987.

## 13. Газові турбіни та газотурбінні установки (ГТУ)

- 13.1 Цикли газотурбінних установок.
- 13.2 Розрахунок схем ГТУ на номінальному режимі роботи
- 13.3 Робота ГТУ на змінних режимах роботи
- 13.4 Розрахунок схем ГТУ на частковому режимі роботи

*Рекомендована література*

4. Шнеэ Я. И и др. Газовые турбины, Т. 1, Высшая школа, 1976.
5. Касаткин А.А. Расчет схем ГТУ. Учебное пособие, 1999.
6. Котляр ИВ. Частичные и переходные режимы работы судовых газотурбинных установок. Изд-во «Судостроение», Л: 1966.

## 14. Газотурбінні установки, теорія робочих процесів в газових турбінах

- 14.1 Цикли газотурбінних установок
- 14.2 Розрахунок схем ГТУ на номінальному режимі роботи
- 14.3 Термогазодинамічний розрахунок турбінного ступеня
- 14.4 Втрати в турбінному ступені
- 14.5 Проектування проточної частини багатоступінчастої газової турбіни

*Рекомендована література*

- 5. Шнез Я.И и др. Газовые турбины, Т.1, Высшая школа, 1976.
- 6. Касаткин А.А. Расчет схем ГТУ. Учебное пособие, 1999.
- 7. Зальф Г.А. Тепловой расчет стационарных газовых турбин. М.-Л.: Машиностроение, 1964.
- 8. Стационарные газотурбинные установки / под ред. Л.В. Арсеньева и В.Г. Тарышкина. Л.: Машиностроение, 1989.

15. Теорія компресорів

- 15.1 Основні рівняння теорії лопаткових машин, термодинамічні процеси
- 15.2 Теорія і тепловий розрахунок компресорів
- 15.3 Конструкції відцентрових і осьових компресорів

*Рекомендована література*

- 3. Шерстюк А.Н. Компрессоры. М: Госэнергоиздат, 1959.
- 4. Холщевников К.В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин. М: Машиностроение, 1970.

16. Газоперекачувальні станції і газові мережі

- 16.1 Лінійні компресорні станції
- 16.2 Основні об'єкти і споруди магістральних газопроводів
- 16.3 Види газоперекачувальних апаратів природного газу і їх характеристики
- 16.4 Електрохімічний захист магістральних газопроводів

*Рекомендована література*

- 3. Ревзин Б.С.. Газотурбинные и газоперекачивающие агрегаты. Москва: Недра, 1986.
- 4. Гура Л.О. Газоперекачувальні станції магістральних газопроводів. Навчальний посібник. Харків: НТУ «ХП», 2006.

ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

5. Гідрогазодинаміка

- 6. Рівняння енергії для потоку рідини при наявності енергообміну з навколишнім середовищем.
- 7. Рівняння Бернуллі для ідеальної нестисливої рідини.
- 8. Рівняння імпульсу для потоку рідини.

9. Рівняння Бернуллі для ідеальної стисливої рідини.
10. Рівняння Гюгоніо для потоку газу.

#### 6. Тепломасообмін

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).

#### 7. Прикладна теорія коливань

5. Змушені коливання. Резонанс. Коефіцієнт динамічності.
6. Форми й частоти власних коливань лопаток постійного профілю з різними засобами закріплення верхнього кінця.
7. Форми й частоти власних коливань лопаток, зв'язаних бандажем.
8. Коливання обертового валу. Критичне число обертів валу. Форми коливань дисків.

#### 8. Газові турбіни та ГТУ

7. Простий цикл ГТУ.
8. Причини та способи ускладнення циклів ГТУ. Приклад складного циклу та принцип його роботи.
9. Цикл ГТУ з регенерацією теплоти.
10. Принцип розрахунку схеми ГТУ на номінальний режим роботи
11. Основні особливості роботи циклів ГТУ на змінних режимах.
12. Розрахунок багатоступінчастої газової турбіни методом об'ємної витрати.

#### 5. Парові турбіни

6. Перелічити й записати основні рівняння для стисливої рідини.
7. Перелічити основні втрати при течії в решітках і пояснити механізм їх утворення.
8. Особливості надзвукової течії в решітках.
9. Визначити відносні лопаткові ККД активного й реактивного ступеня ( $\rho=0,5$ ) і зіставити їх залежність від відношення швидкостей  $U/C_f$ .
10. Причини зміни параметрів потоку вздовж радіусу турбінного ступеня.

#### 6. Газотурбінні установки, теорія робочих процесів в газових турбінах

1. Простий цикл ГТУ.
6. Причини та способи ускладнення циклів ГТУ. Приклад складного циклу та принцип його роботи.
7. Кінематика потоку в ступені газової турбіни. Трикутники швидкостей
8. Відносний лопатковий ККД ступеня турбіни.

9. Силова взаємодія робочих лопаток з потоком /ату. Колове та осьове зусилля.

#### 7. Теорій компресорів

5. Особливості конструкції відцентрового компресора

6. Особливості конструкції осьового компресора

7. Основні параметри решіток осьових компресорів. Трикутники швидкостей

8. Основні параметри решіток відцентрових компресорів. Трикутники швидкостей

#### 8. Газоперекачувальні станції і газові мережі

5. Призначення лінійних компресорних станцій

6. Охарактеризувати основні об'єкти і споруди магістральних газопроводів

7. Основні характеристики і види газоперекачувальних апаратів природного газу

8. Сутність електрохімічного захисту магістральних газопроводів

### КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завданням вступного іспиту оцінюється за чотирьох бальною системою: "відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно".

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виражена з оцінок відповідей на усі запитання.

<b>Оцінка за 5 бальною системою</b>	<b>Характеристика відповіді</b>
Відмінно (5)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>- глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>- продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>- показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>- показав вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>- у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>

Добре (4)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>- виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>- допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів</li> </ul>
Задовільно (3)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>- виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>- допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>- виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками</li> </ul>
Незадовільно (2)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li> <li>- виявив незнання більшої частини тем курсу;</li> <li>- допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо;</li> <li>- неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати</li> </ul>

Схвалено на засіданні кафедри турбінобудування

Протокол № 2 від 22.02.2018 р

Завідувач кафедри

О.П. Усатий

## 144 Теплоенергетика

### 144.01 Промислова та комунальна теплоенергетика

#### 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 навичків 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 обслуговування теплоенергетичних і теплотехнічних установок.

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

*знати:* теоритичні 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 проетування котельних установовок 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 випробовування 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, Бертло, 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 начальних 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. Методи розрахунку потреби та виходу енергоносіїв для промислових підприємств на основі питомих показників, рівняння балансу. Загальна методологія розробки СВРЕ, рівні ієрархії, використання математичних методів. 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. Методика розрахунку системи повітропостачання з малим числом споживачів. Методика розрахунку системи повітропостачання з великим числом споживачів. Вибір типорозміру компресорів. Призначення та склад систем газопостачання. Напрями використання природного та штучного газів, їх характеристики. Принципова схема системи газопостачання регіону.. 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.

Структура енергосистеми промислового підприємства. Загальна технологічна схема парогенераторної установки, яка працює на пилевидному паливі. Схеми основних конструкцій котельних установок промислових підприємств, котлів-утилізаторів та енерготехнологічних котлів. Матеріальний баланс котла, вихід окислювача, склад та кількість продуктів згоряння. Тепловий та ексергетичний 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 топков, схеми та параметри їх конструкцій. Камерні топки для спалення твердого палива. Системи пилоприготування; пиловугільні пальники; розрахункові характеристики топков. Теплообмін в топковій камері. Методика ЦКТИ 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 парогенераторів. Види циркуляцій, рухомий корисний натиск, кратність циркуляції. Котли з природньою та примусовою циркуляцією, прямоточні котли їх переваги та недоліки. Аеродинаміка газово-вітряного 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 парогенераторної техніки.

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ 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. Тепловіддача при обтіканні плоскої поверхні. Тепловіддача при плинні в трубах і каналах. Тепловіддача при обтіканні труб. Тепловіддача при природній конвекції.
3. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини. Теплообмін при кипінні. Теплообмін при конденсації.
4. Закон Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта. Променистий теплообмін між тілами. Теплове випромінювання газів. Середня довжина шляху променя.
5. Спільний конвективний і променистий теплообмін. Коефіцієнт теплопередачі. Теплопередача через плоску стінку. Теплопередача через циліндричну стінку. Теплопередача ребристої стінки. Теплопередача через теплову ізоляцію.
6. Нестационарна теплопровідність. Числа подібності нестационарної теплопровідності. Нестационарна теплопровідність тіл різної форми.
7. Массообмін. Коефіцієнт массообміну. Аналогія теплообміну та массообміну.

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

1. Поняття теплообмінного апарата. Види теплоносіїв.
2. Рекуперативні теплообмінники, конструкції, схеми.
3. Тепловий та гідравлічний розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів.
4. Які установки періодичної дії та теплові акумулятори ви знаєте.
5. Що таке випарні установки.
6. Дистиляційні та ректифікаційні установки.

7. Контактні теплообмінні апарати, їх особливості.
8. Установки випарювального охолодження води.
9. Скрубери для охолодження та очистки газів.
10. Що таке контактні конденсатори.
11. Тепловий та аеродинамічний розрахунок контактних апаратів.
12. Устройства для формування контактної поверхні (розпилювачі, насадки).
13. Розрахунки на міцність елементів теплообмінних апаратів.

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

1. Дайте визначення «систем виробництва та розподілу енергоносіїв» як складової частини промислових підприємств.
2. Сформулюйте функціональне призначення та назвіть склад систем виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств.
3. Дайте визначення поняття „енергоносії”. Перерахуйте основні види та призначення енергоносіїв, які найбільш часто вживаються на промислових підприємствах, дайте їх характеристики.
4. Назвіть рівні ієрархії систем виробництва та розподілу енергоносіїв та поясніть доцільність їх використання на стадії проектування СВРЕ.
5. Перерахуйте природні та штучні органічні палива, які використовуються на промислових підприємствах та дайте їх загальні характеристики. Умовне паливо.
6. Основні енергетичні характеристики та показники коксохімічного виробництва
7. Конструкція та принцип дії коксової печі.
8. Характеристика, склад коксового газу, напрямки його використання.
9. Питомі витрати енергоносіїв коксохімічного виробництва, енерготехнологічне комбінування.
10. Роль доменного виробництва, конструкція та принцип дії доменної печі.
11. Спрощена схема доменного виробництва
12. Характеристика та склад доменного газу, напрямки його використання..
13. Схема енергопотоків доменного виробництва. Питомі витрати енергоносіїв.
14. Схема та енергетичні характеристики конверторного виробництва сталі.
15. Призначення і склад систем паропостачання. .Водяна пара і її застосування на промислових підприємствах.
16. Розрахунок річної потреби підприємства в парі на технологічні потреби. Розрахунок витрати палива для промислових котельних.
17. Основне призначення і склад систем повітропостачання. Стиснене повітря і його

застосування на промислових підприємствах.

18. Методика розрахунку системи повітропостачання з невеликим числом споживачів.
19. Методика розрахунку системи повітропостачання з великим числом споживачів.
20. Розрахунок і вибір типорозміру компресора. 9.Оптимальне число компресорів.
21. Основні робочі процеси в компресорі.
22. Обробка стисненого повітря на компресорній станції.
23. Призначення систем газопостачання підприємств
24. Загальна структура системи газопостачання промислових підприємств (групи)
25. Види й основні характеристики газоподібних палив, газові суміші.
26. Методика розрахунку потреби підприємства в газі за питомими показниками.
27. Розрахунок витрати газу для теплотехнічного агрегату використанням рівняння теплового балансу.
28. Міжцехові газопроводи, основні сітьові пристрої на газопроводах (газорозподільні станції, газорегуляторні пункти)
29. Основні види газових сумішей. .Схема та принцип дії газосумішної станції
30. Загальна методика розрахунку газопроводів. Оптимальні швидкості газів у газопроводах низького тиску

### **5. Котельні установки.**

1. Схема парогенераторної установки та призначення її основних елементів.
2. Відмінні особливості конструкцій котлів-утилізаторів.
3. Як впливає склад палива на кількість прудуктів 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 примеси є у продуктах сгоряння і які є рішення для зниження викидів у навколишнє середовище?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### 1. Технічна термодинаміка.

1. Кириллин В.А. и др. *Техническая термодинамика*, М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Под ред. Крутова В.И. *Техническая термодинамика*, М.: Высшая школа, 1991.
3. Буляндра О.Ф. *Технічна термодинаміка*, К.: Вища школа, 2001.
4. Б.Х. Драганов та ін. *Теплотехніка*, К., 2005.
5. Н.М. Беляев. *Термодинамика*, К.: Вища школа, 1987.

### 2. Тепломасообмін.

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. *Теплопередача*.-М.: Энергия, 1981.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. *Основы теплопередачи*. - М.: Энергия, 1977.
3. Лыков А.В. *Теория теплопроводности*.- М.: Высшая школа, 1967.
4. Кутателадзе С.С. *Основы теории теплообмена*.- Новосибирск: Наука, 1970.
5. *Тепло- та масообмін [Текст]: текст лекцій / Р.Г.Акмен.-Харків: НТУ «ХПИ»,2009.*

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

1. Лебедев П.Д. *«Теплообменные, сушильные и холодильные установки»* М.: Энергия 1972.
2. Бакластов А.М. и др. *«Промышленные теплообменные аппараты и установки»* – М.: Энергоиздат – 1986.
3. *«Тепло- и массообменные аппараты и установки промышленных предприятий»*. Часть 1 (Под ред.. Б.А. Левченко) Харьков ХДПУ 1999. – 388с.
4. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. *«Пластинчатые и спиральные теплообменники.»* – М.: Машиностроение, 1973. – 286с.
5. *Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник* (Под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – 2<sup>е</sup> издание – М.: Энергоатомиздат, 1991. –588с.
6. Пономаренко В.С., Арефьев Ю.И. *«Градири промышленных и энергетических предприятий» Справочное пособие* (Под общей ред. В.С. Пономаренко) – М.: Энергоатомиздат: 1998. – 376с.

7. Аронов И.З. «Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа». Л. «Недра», 1990. – 280с.
8. Гладков В.А. и др. «Вентиляторне градирни» М.: Стойиздат, 1976.

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

1. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1990.– 304 с.
2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник: В 4 т. / Под общей редакцией В. А. Григорьева и В. М. Зорина. М.: Энергоатомиздат, 1991.– Т. 4.– 586 с.
3. Справочное пособие по технологическому оборудованию промышленных предприятий /В.Ф.Степанчук, А.П.Несенчук, В.А.Седнин и др. Под ред. В.Ф. Степанчука. – Минск. – Вышэйная школа.– 1983.–256 с.

#### **5. Котельні установки.**

1. Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юреньев. Парогенераторы промышленных предприятий. – М.: «Энергия», 1978. – 336 с.
2. Аэродинамический расчет котельных агрегатов. – М.: «Энергия», 1978. – 256с.
3. Тепло- и массообменные аппараты и установки промышленных предприятий. /Под ред. проф. Б.А. Левченко. Часть 2. – Х.:ХГПУ, 2000. – 334с.
4. Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий/Л.Н. Сидельковский, В.Н. В.Н. Юренев// - М: Энергоатомиздат, 1988. – 528с.
5. Тепловой расчет котельных агрегатов: Нормативный метод/Под ред. Н.В. Кузнецова. – М., 1973. – 269с.
6. Тепловой расчет котельных агрегатов: Нормативный метод. 3-е изд. Перераб. И доп. – СПб. Издательство НПО ЦКТИ, 1997. – 256с.
7. Резников М.М. Паровые котлы тепловых электростанций/М.И. Резников, Ю.М. Липов. М.: Энергоиздат 1981. – 280с.
8. Теплотехнические установки, системы, оборудование: учебн. пособие: в 3 ч. – Под ред. Б.А. Левченко, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. – Х.: НТУ «ХПИ», 2012. – 712с. – на русск. яз.
9. Котлы-утилизаторы и котлы энерготехнологические. Отраслевой каталог. М.: НИИЭ-ИНФОРМЭНЕРГОМАШ. 198. – 84с.
10. Котлы-утилизаторы и котлы энерготехнологические. Отраслевой каталог. М.: ЦНИИТЭИтязмаш. 1998. – 104с.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

Завдання вступного іспиту оцінюється за чотирьох бальною системою:

“відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”.

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
<b>Відмінно (5)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>- глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>- продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>- показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>- показав вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>- у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>
<b>Добре (4)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>- виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>- допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> </ul>



	- виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.
<b>Задовільно (3)</b>	Абітурієнт: - відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень; - виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади; - допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу; - з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати; - виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.
<b>Незадовільно (2)</b>	Абітурієнт: - невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину); - виявив незнання більшої частини тем курсу; - допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо; - неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.

Затверджено на засіданні кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій 30 січня 2018 року, протокол № 6

Завідувач кафедри теплотехніки  
та енергоефективних технологій

Ганжа А.М.

## 144 Теплоенергетика

### 144.02 Теплові процеси в енергетичному обладнанні

#### АНОТАЦІЯ

Метою вступного випробування є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня «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.

Майбутній інженер-енергетик та магістр з теплоенергетики зі спеціальності «Теплоенергетика» спеціалізації «Теплові процеси в енергетичному обладнанні» повинен володіти необхідним спектром вмінь і навиків з розробки та проектування турбоустановок та іншого теплоенергетичного обладнання, з використання комп'ютерних та інформаційних технологій при проектуванні енергетичних установок; впровадження нових технологій для підвищення енергоефективності виробництва.

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

*знати:* основні положення газодинаміки та тепломасообміну, теорію робочих процесів парових турбін, конструкцію та принципи розрахунку тепло і масообмінних апаратів та установок, конструкцію турбомашин;

*вміти:* виконувати розрахунки проточної частини турбоустановок та елементів турбоустановки на міцність, розрахунки теплообмінних апаратів та установок, розрахунки теплових схем паротурбінних установок;

*володіти:* комп'ютерними технологіями для виконання інженерних розрахунків, прикладними програмами для виконання креслень, навичками програмування інженерних задач мовами високого рівня.

Вступне фахове випробування включає зміст навчальних дисциплін професійної підготовки:

1. Технічна термодинаміка
2. Гідрогазодинаміка
3. Тепломасообмін
4. Тепло і масообмінні процеси, апарати та установки
5. Теплові розрахунки в турбомашинах

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

### 1. Технічна термодинаміка

- 1.1 Основні поняття термодинаміки.
- 1.2 Перший закон термодинаміки, аналітичні вирази першого закону термодинаміки.
- 1.3 Ентальпія та ентропія газу. Термодинамічні процеси ідеального газу.
- 1.4 Водяна пара. Пароутворення при постійному тиску. Визначення параметрів насиченої води, сухого насиченого пару, вологого насиченого пару, перегрітого пару. Т-Б та і-8 діаграми водяної пари, термодинамічні процеси водяної пари.
- 1.5 Реальні гази. Відмінність властивостей реальних газів від ідеальних. Методи дослідження термодинамічних властивостей реальних газів.
- 1.6 Другий закон термодинаміки.
- 1.7 Прямі та зворотні цикли. Основні характеристики термодинамічного циклу. Термічний коефіцієнт корисної дії. Теоретичний холодильний коефіцієнт. Термічна та механічна необоротність процесів.

#### *Рекомендована література*

- 1. Кириллин В.А. и др. Техническая термодинамика, М.: Энергоатомиздат, 1983.
- 2. Под ред. Крутова В.И. Техническая термодинамика, М.: Высшая школа, 1991.
- 3. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка, К.: Вища школа, 2001.
- 4. Б.Х. Драганов та ін. Теплотехніка, К., 2005.
- 5. Н.М. Беляев. Термодинамика, К.: Вища школа, 1987.

### 2. Гідрогазодинаміка

- 2.1 Основні поняття механіки рідини, газу та газоподібного середовища.
- 2.2 Гідростатика.
- 2.3 Основні закони аеродинаміки.
- 2.4 Кінематика рідини.

#### *Рекомендована література*

- 1. А.В. Бойко. Гідрогазодинамика. Харьков: НТУ "ХПИ", 2005, 392 с.
- 2. Н.Я. Фабрикант. Аэродинамика, ч.І. - М.Л.: ГИТТЛ, 1949, 624 с.
- 3. Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.В. Некрасов и др. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы. - М.: Машиностроение, 1982, 423 с.

### 3. Тепломасообмін

- 3.1 Теплопровідність при стаціонарному режимі
- 3.2 Нестационарні процеси теплопровідності
- 3.3 Конвективний теплообмін

*Рекомендована література*

1. *Исаченко В.П., Осипова П.А., Сукомел А.С. Теплопередача, «Энергия», 1981*
2. *Краснощеков В.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М. 1975*

**4 Тепло і масообмінні процеси, апарати та установки**

- 4.1 Основні види промислових тепло- масообмінних процесів, апаратів та установок.
- 4.2 Рекуперативні теплообмінні апарати. Конструкції рекуперативних теплообмінників, їх основні елементи та вузли. Послідовність проектування теплообмінних апаратів.
- 4.3 Регенеративні теплообмінні апарати. Особливості роботи та конструкції. Типи насадок.
- 4.4 Змішувальні теплообмінні апарати. Конструкції. Тепло- і масообмін в змішувальних апаратах.
- 4.5 Теплообмінні апарати турбоустановок. Теплова схема паротурбінної електростанції. Теплообмінна апаратура газотурбінної установки.

*Рекомендована література*

1. *Бакластов А.М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок. Учеб, пособие для студентов спец. «Промышленная теплоэнергетика» вузов. - М: Энергия, 1970. — 568 с., ил.*
- 2.. *Тепло и массообменные аппараты и установки промышленных предприятий / под ред. Левченко Б.А. - Харьков: ХГПУ, 1999. - 420 с.*

**5. Теплові розрахунки в турбомашинах**

- 5.1 Типи парових турбін. Цикли паротурбінних установок.
- 5.2 Основні рівняння течії стисливої рідини.
- 5.3 Решітки профілів. Геометричні та аеродинамічні характеристики решіток.
- 5.4 Надзвукова течія в решітках. Течія пари в косому зрізі решіток. Формула Бера.
- 5.5 Ступінь турбіни. Геометричні характеристики ступенів.
- 5.6 Відносний лопатковий ККД ступеня активного типу.
- 5.7 Ступені швидкості. Відносний лопатковий ККД, Оптимальне відношення ( $U/C_{\phi}$ ).
- 5.8 Внутрішній відносний ККД. Втрати тертя та їх вплив на оптимальне відношення ( $U/C_{\phi}$ ).

*Рекомендована література*

1. *Щегляев А.В. Паровые турбины. - М.: Энергия, 1976.*
2. *Паровые и газовые турбины. / под ред. Костюка А.Г. и Фролова В.В. - М.: Энергоатомиздат, 1985.*
3. *Паровые и газовые турбины. Сборник задач/ под ред. Самойловича Г.С. и Трояновского Б.М. - М.: Энергоатомиздат, 1987.*

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

### 1. Технічна термодинаміка

1. Запишіть і поясніть рівняння стану ідеального газу.
2. Термодинамічний процес і цикл. Робота газу у процесі.
3. Напишіть і поясніть аналітичний вираз першого закону термодинаміки.
4. Чим відрізняються властивості реальних газів від ідеальних?
5. Що таке термічний коефіцієнт корисної дії?
6. Аналіз прямого циклу Карно.
7. Умови, необхідні для перетворення теплоти у роботу.
8. Формулювання другого закону термодинаміки.

### 2. Гідрогазодинаміка

1. Рівняння енергії для потоку рідини при наявності енергообміну з навколишнім середовищем.
2. Рівняння Бернуллі для ідеальної нестисливої рідини.
3. Рівняння кількості руху для потоку рідини.
4. Рівняння Бернуллі для ідеальної стисливої рідини.
5. Рівняння Гюгоніо для потоку газу.

### 3. Тепломасообмін

1. Визначення коефіцієнта тепловіддачі.
2. Радіаційний теплообмін в газовому середовищі.
3. Передача теплоти теплопровідністю. Закон Фур'є.
4. Граничні умови теплообміну 1-го - 4-го роду.
5. Критерії подібності процесів теплообміну. Їх фізичний зміст.
6. Природна й змушена конвекція.
7. Вплив на теплообмін товщини плівки конденсату при конденсації пари на вертикальній поверхні.

### 4. Тепло і масообмінні процеси, апарати та установки

1. Конструктивний та повірочний розрахунки рекуперативного теплообмінного апарату.
2. Типи теплообмінних апаратів.
3. Конструктивні особливості змішувальних теплообмінних апаратів.
4. Конструктивні особливості рекуперативних теплообмінних апаратів.
5. Конструктивні особливості регенеративних теплообмінних апаратів.
6. Прямоточна та протиточна схеми руху теплоносіїв та їх ефективність.
7. Втрати тиску теплоносіїв в теплообмінному апараті.

### 5. Теплові розрахунки в турбомашинах

1. Перелічити й записати основні рівняння руху стисливої рідини.

2. Перелічити основні втрати при течії в решітках і пояснити механізм їх утворення.
3. Особливості надзвукової течії в решітках.
4. Визначити відносний лопатковий ККД активного й реактивного ступеня ( $\rho=0,5$ ) і зіставити їх залежність від  $U/C_\phi$ .
5. Причини зміни параметрів потоку вздовж радіусу турбінного ступеня.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завданням вступного іспиту оцінюється за чотирьох бальною системою: “відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”.

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виражена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
Відмінно (5)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>- глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>- продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>- показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>- показав вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>- у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>

Добре (4)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>- виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>- допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів</li> </ul>
Задовільно (3)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>- виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>- допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>- виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками</li> </ul>
Незадовільно (2)	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li> <li>- виявив незнання більшої частини тем курсу;</li> <li>- допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо;</li> <li>- неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати</li> </ul>

Схвалено на засіданні кафедри турбінобудування

Протокол № 2 від 22.02.2018 р

Завідувач кафедри

О.П. Усатий

## 144 Теплоенергетика

### 144.03 Енергетичний менеджмент 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 навичків 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 обслуговування теплоенергетичних і теплотехнічних установок.

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

*знати:* теоритичні 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 проетування котельних установовок 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.
6. Котельні установки промислових підприємств.



Організація вступного випробовування 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, Бертло, 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 зміст 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. Методи розрахунку потреби та виходу енергоносіїв для промислових підприємств на основі питомих показників, рівняння балансу. Загальна методологія розробки СВРЕ, рівні ієрархії, використання математичних методів. 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 поршневіми компресорами та турбокомпресорами. Методика розрахунку системи повітропостачання з малим числом споживачів. Методика розрахунку системи повітропостачання з великим числом споживачів. Вибір типорозміру компресорів. Призначення та склад систем газопостачання. Напрями використання природного та штучного газів, їх характеристики. Принципова схема системи газопостачання регіону.. 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.

Структура енергосистеми промислового підприємства. Загальна технологічна схема парогенераторної установки, яка працює на пилевидному паливі. Схеми основних конструкцій котельних установок промислових підприємств, котлів-утилізаторів та енерготехнологічних котлів. Матеріальний баланс котла, вихід окислювача, склад та кількість продуктів згорання. Тепловий та ексергетичний 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 топков, схеми та параметри їх конструкцій. Камерні топки для спалення твердого палива. Системи пилоприготування; пиловугільні пальники; розрахункові характеристики топков. Теплообмін в топковій камері. Методика ЦКТИ 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 парогенераторів. Види циркуляцій, рухомий корисний натиск, кратність циркуляції. Котли з природньою та примусовою циркуляцією, прямоочні котли їх переваги та недоліки. Аеродинаміка газово-вітряного 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 парогенераторної техніки.

### ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ 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. Тепловіддача при обтіканні плоскої поверхні. Тепловіддача при плинні в трубах і каналах. Тепловіддача при обтіканні труб. Тепловіддача при природній конвекції.
3. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини. Теплообмін при кипінні. Теплообмін при конденсації.
4. Закон Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта. Променистий теплообмін між тілами. Теплове випромінювання газів. Середня довжина шляху променя.
5. Спільний конвективний і променистий теплообмін. Коефіцієнт теплопередачі. Теплопередача через плоску стінку. Теплопередача через циліндричну стінку. Теплопередача ребристої стінки. Теплопередача через теплову ізоляцію.
6. Нестационарна теплопровідність. Числа подібності нестационарної теплопровідності. Нестационарна теплопровідність тіл різної форми.
7. Массообмін. Коефіцієнт массообміну. Аналогія теплообміну та массообміну.

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

1. Поняття теплообмінного апарата. Види теплоносіїв.
2. Рекуперативні теплообмінники, конструкції, схеми.
3. Тепловий та гідравлічний розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів.
4. Які установки періодичної дії та теплові акумулятори ви знаєте.
5. Що таке випарні установки.
6. Дистиляційні та ректифікаційні установки.

7. Контактні теплообмінні апарати, їх особливості.
8. Установки випарювального охолодження води.
9. Скрубери для охолодження та очистки газів.
10. Що таке контактні конденсатори.
11. Тепловий та аеродинамічний розрахунок контактних апаратів.
12. Устройства для формування контактної поверхні (розпилювачі, насадки).
13. Розрахунки на міцність елементів теплообмінних апаратів.

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

1. Дайте визначення «систем виробництва та розподілу енергоносіїв» як складової частини промислових підприємств.
2. Сформулюйте функціональне призначення та назвіть склад систем виробництва і розподілу енергоносіїв промислових підприємств.
3. Дайте визначення поняття „енергоносії”. Перерахуйте основні види та призначення енергоносіїв, які найбільш часто вживаються на промислових підприємствах, дайте їх характеристики.
4. Назвіть рівні ієрархії систем виробництва та розподілу енергоносіїв та поясніть доцільність їх використання на стадії проектування СВРЕ.
5. Перерахуйте природні та штучні органічні палива, які використовуються на промислових підприємствах та дайте їх загальні характеристики. Умовне паливо.
6. Основні енергетичні характеристики та показники коксохімічного виробництва
7. Конструкція та принцип дії коксової печі.
8. Характеристика, склад коксового газу, напрямки його використання.
9. Питомі витрати енергоносіїв коксохімічного виробництва, енерготехнологічне комбінування.
10. Роль доменного виробництва, конструкція та принцип дії доменної печі.
11. Спрощена схема доменного виробництва
12. Характеристика та склад доменного газу, напрямки його використання..
13. Схема енергопотоків доменного виробництва. Питомі витрати енергоносіїв.
14. Схема та енергетичні характеристики конверторного виробництва сталі.
15. Призначення і склад систем паропостачання. .Водяна пара і її застосування на промислових підприємствах.
16. Розрахунок річної потреби підприємства в парі на технологічні потреби. Розрахунок витрати палива для промислових котельних.
17. Основне призначення і склад систем повітропостачання. Стиснене повітря і його

застосування на промислових підприємствах.

18. Методика розрахунку системи повітропостачання з невеликим числом споживачів.
19. Методика розрахунку системи повітропостачання з великим числом споживачів.
20. Розрахунок і вибір типорозміру компресора. 9.Оптимальне число компресорів.
21. Основні робочі процеси в компресорі.
22. Обробка стисненого повітря на компресорній станції.
23. Призначення систем газопостачання підприємств
24. Загальна структура системи газопостачання промислових підприємств (групи)
25. Види й основні характеристики газоподібних палив, газові суміші.
26. Методика розрахунку потреби підприємства в газі за питомими показниками.
27. Розрахунок витрати газу для теплотехнічного агрегату використанням рівняння теплового балансу.
28. Міжцехові газопроводи, основні сітьові пристрої на газопроводах (газорозподільні станції, газорегуляторні пункти)
29. Основні види газових сумішей. .Схема та принцип дії газосумішної станції
30. Загальна методика розрахунку газопроводів. Оптимальні швидкості газів у газопроводах низького тиску

### **5. Котельні установки.**

1. Схема парогенераторної 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 примеси є у продуктах сгоряння і які є рішення для зниження викидів у навколишнє середовище?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### 1. Технічна термодинаміка.

1. Кириллин В.А. и др. *Техническая термодинамика*, М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Под ред. Крутова В.И. *Техническая термодинамика*, М.: Высшая школа, 1991.
3. Буляндра О.Ф. *Технічна термодинаміка*, К.: Вища школа, 2001.
4. Б.Х. Драганов та ін. *Теплотехніка*, К., 2005.
5. Н.М. Беляев. *Термодинамика*, К.: Вища школа, 1987.

### 2. Тепломасообмін.

1. Исаченко В.П, Осипова В.А., Сукомел А.С. *Теплопередача*.-М.: Энергия, 1981.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. *Основы теплопередачи*. - М.: Энергия, 1977.
3. Лыков А.В. *Теория теплопроводности*.- М.: Высшая школа, 1967.
4. Кутателадзе С.С. *Основы теории теплообмена*.- Новосибирск: Наука, 1970.
5. Тепло- та масообмін [Текст]: текст лекцій / Р.Г.Акмен.-Харків: НТУ «ХПИ»,2009.

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

9. Лебедев П.Д. *«Теплообменные, сушильные и холодильные установки»* М.: Энергия 1972.
10. Бакластов А.М. и др. *«Промышленные теплообменные аппараты и установки»* – М.: Энергоиздат – 1986.
11. *«Тепло- и массообменные аппараты и установки промышленных предприятий»*. Часть 1 (Под ред.. Б.А. Левченко) Харьков ХДПУ 1999. – 388с.
12. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. *«Пластинчатые и спиральные теплообменники.»* – М.: Машиностроение, 1973. – 286с.
13. *Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник* (Под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – 2<sup>е</sup> издание – М.: Энергоатомиздат, 1991. –588с.



14. Пономаренко В.С., Арефьев Ю.И. «Градирни промышленных и энергетических предприятий» Справочное пособие (Под общей ред. В.С. Пономаренко) – М.: Энергоатомиздат: 1998. – 376с.

15. Аронов И.З. «Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа». Л. «Недра», 1990. – 280с.

16. Гладков В.А. и др. «Вентиляторне градирни» М.: Стойиздат, 1976.

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

1. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1990.– 304 с.

2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник: В 4 т. / Под общей редакцией В. А. Григорьева и В. М. Зорина. М.: Энергоатомиздат, 1991.– Т. 4.– 586 с.

3. Справочное пособие по технологическому оборудованию промышленных предприятий /В.Ф.Степанчук, А.П.Несенчук, В.А.Седнин и др. Под ред. В.Ф. Степанчука. – Минск. – Вышэйная школа.– 1983.–256 с.

## **7. Котельні установки.**

1. Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев. Парогенераторы промышленных предприятий. – М.: «Энергия», 1978. – 336 с.

2. Аэродинамический расчет котельных агрегатов. – М.: «Энергия», 1978. – 256с.

3. Тепло- и массообменные аппараты и установки промышленных предприятий. /Под ред. проф. Б.А. Левченко. Часть 2. – Х.:ХГПУ, 2000. – 334с.

4. Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий/Л.Н. Сидельковский, В.Н. В.Н. Юренев// - М: Энергоатомиздат, 1988. – 528с.

5. Тепловой расчет котельных агрегатов: Нормативный метод/Под ред. Н.В. Кузнецова. – М., 1973. – 269с.

6. Тепловой расчет котельных агрегатов: Нормативный метод. 3-е изд. Перераб. И доп. – СПб. Издательство НПО ЦКТИ, 1997. – 256с.

7. Резников М.М. Паровые котлы тепловых электростанций/М.И. Резников, Ю.М. Липов. М.: Энергоиздат 1981. – 280с.

8. Теплотехнические установки, системы, оборудование: учебн. пособие: в 3 ч. – Под ред. Б.А. Левченко, Л.Л. Товажнянского. – Х.: НТУ «ХПИ», 2012. – 712с. – на русск. яз.

9. Котлы-утилизаторы и котлы энерготехнологические. Отраслевой каталог. М.: НИИЭ-ИНФОРМЭНЕРГОМАШ. 198. – 84с.

10. Котлы-утилизаторы и котлы энерготехнологические. Отраслевой каталог. М.: ЦНИИТЭИтязмаш. 1998. – 104с.

### КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється за чотирьох бальною системою: “відмінно”, “добре”, “задовільно”, “незадовільно”.

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
<b>Відмінно (5)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання;</li> <li>- глибоко аргументував прийняті рішення;</li> <li>- продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх;</li> <li>- показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>- показав вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>- у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>
<b>Добре (4)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>- виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи</li> </ul>

	<p>на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</li> </ul>
<b>Задовільно (3)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>- виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>- допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані результати;</li> <li>- виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>
<b>Незадовільно (2)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину);</li> <li>- виявив незнання більшої частини тем курсу;</li> <li>- допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо;</li> <li>- неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.</li> </ul>

Затверджено на засіданні кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій 30 січня 2018 року, протокол № 6

Завідувач кафедри теплотехніки  
та енергоефективних технологій

Ганжа А.М.

## 171 Електроніка

### 171.01 Промислова електроніка;

### 171.02 Біомедична електроніка

#### 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

*Програма фахового вступного випробування* є основою для підготовки та складання іспиту для навчання за освітньо-професійною програмою «магістр» зі спеціальності 171 – «Електроніка».

*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.

## 2 ЗМІСТ ПРОГРАМИ ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

### 2.1 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. Белецкий А.Ф. Теория линейных электрических цепей: Учебник для вузов. – М.: Радио и Связь, 1986. – 544 с.
2. Бакалов В.П., Игнатов А.Н., Круг Б.И. Основы теории электрических цепей и электроники: Учебник для вузов. – М.: Радио и Связь, 1989. – 525 с.
3. Шебес М.Р., Каблукова М.В. Задачник по теории линейных электрических цепей. – М.: Высшая школа, 1990. – 544 с.
4. Ханзел Г. Справочник по расчёту фильтров. - М.: Советское радио, 1974. – 288 с.
5. Воробийенко П.П. Теория линейных электрических цепей. Сборник задач и упражнений. Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и Связь, 1989. – 328 с.
6. Дмитриев В.Н., Зелинский М.М. Теория электрических цепей. Конспект лекций. Часть 1. Ташкент: ТЭИС. 2000. - 83 с. Часть 2. Ташкент: ТЭИС. 2000. – 91 с.

### 2.2 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 р-п-переходом. Фізичні процеси в польовому транзисторі. Основні параметри польових транзисторів. Статичні характеристики польових транзисторів. Структура і основні режими роботи польових транзисторів з ізолюваним затвором і вбудованим каналом. Структура і основні режими роботи польових транзисторів з індукованим (інверсійним) каналом. Паразитні структури в польових транзисторах з ізолюваним затвором. Побудова структури і основні режими роботи біполярних транзисторів з ізолюваним 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 тиристири. Структура і основні режими роботи GTO тиристорів. Фізичні процеси в GTO тиристорах. Вольт-амперна характеристика GTO тиристора.

Фотоелектричні прилади на основі зовнішнього фотоефекту. Фотоелектронні прилади на

основі внутрішнього фотоефекту. 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. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников М.: Наука 1987. – 678 с.
3. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. М.: Высшая школа, 1991. – 301 с.
4. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. М.: Радио и связь, 1990. – 264 с.
5. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. М., Мир, т. 1 - 2, 1984. – 460 с.
6. Физика тонких пленок: Под редакцией Дж. Хасса, М.Х. Франкомба, Р.У. Гофмана, М., Наука, 1977. – 450 с.
7. Протасов Ю.С. Твердотельная электроника. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана 2003. – 480 с.
8. Гуртов В.А. Твердотельная электроника. ПетрГУ – Петрозаводск 2004 312 с.
9. Тугов Н.М., Глебов Б.А., Чарыков Н.А. Полупроводниковые приборы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
10. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. – М.: Высшая школа, 1987 – 480 с.
11. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М.: Советское радио, 1980. – 424 с.
12. Евсеев Ю.А., Дерменжи П.Г. Силовые полупроводниковые приборы. – М.: Энергоиздат, 1981. – 472 с.
14. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи. – М.: Издательский дом Додэка-XXI, 2001. – 384 с.
15. Окснер Э.С. Мощные полевые транзисторы и их применение. – М.: радио и связь, 1985, – 288 с
16. Полупроводниковые приборы. Диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы: Справочник / Под общ.ред. Н.Н.Горюнова. – М.: Энергоатомиздат,

1987. – 744 с.

### 2.3 Програмування

Структура програми. Підключення файлів, тіло основної програми. Імена перемінних у мові C. 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, регістрові. 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. Області 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 Cі. 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. Романов Е. Л. Практикум по программированию на С++: Уч. Пособие. СПб.: БХВ-Петербург; Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 432 с. ISBN 5-94157-553-X
2. Керниган Б.В., Ритчи. Д.М. Язык программирования Си. Пер. с англ. – М.: Финансы и Статистика, 1992 – 250с.
3. Златопольский Д.М. Сборник задач по программированию. – 2-е изд., перераб. И доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 240 с.: ил. ISBN 5-9775-0017-3
4. Практикум по программированию на языке С: учеб. Пособие для студ. Сред. Проф. образования / М. С. Эпштейн. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 128с. ISBN 978-5-7695-3626-7
5. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Информатика» Часть 1 / Сост. Король Е.И., Вержановская М. Р. – Х.: НТУ «ХПИ», 2015. – 48 с.
6. Методические указания к лабораторным работам и расчетно-графическому заданию по дисциплине «Информатика», Часть 2 / Сост. Король Е.И., Вержановская М. Р., Махонин Н. В. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2016. – 68 с.
7. Дэвис, Стефан, Р. С++ для «чайников», 4-е издание. : Пер. с англ. : — М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 336 с.
8. 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 «ХПИ», 2005. – 52 с. – Рос. мовою.
9. Домнин И.Ф., Вержановская М.Р. Обчислювальна математика. Навчально-методичний посібник. – Харків: НТУ «ХПИ», 2008. -108 с.;
10. Домнин И.Ф., Вержановская М.Р. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Вычислительная математика» – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. –56 с.
11. Краткий курс Excel 2003. – СПб.: Наука и техника, 2005. – 505 с.
12. М. Хархагер. MathCAD 2000. Полное руководство. СПб.: Наука и техника, 2002. – 512 с.
13. Данилова А.Н. Численные методы. –М.: Наука, 1988, 250 с.
14. Ю.В. Линник Метод наименьших квадратов и основы теории наблюдений эксперимента: М: 1958. – 335 с.
15. Задирака В.К., Мельникова С.С. Цифровая обработка сигналов – К.: Наукова думка, 1993. – 295 с.

#### **2.4 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 змінних сигналів. Причини виникнення дрейфу нуля. Диференціальний каскад. Стабілізація режиму покою. 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 введення 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. Мультивібратори. Формувачі коротких імпульсів.

### *Рекомендована література*

1. Мэндл М. 200 избранных схем электроники: Пер. с англ. 2-е изд., стереотип., – М.: Мир, 1985. –350 с., ил.
2. Долбня В.Т., Миланич Т.В. Инженерные методы расчета и исследования электронных устройств и узлов: Учебно-метод. Пособие. – Харьков, ХГПУ 1999 г. – 48 с.
3. Фолкенберри Л. Применения операционных усилителей и линейных ИС: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 572с., ил.
4. Достал И. Операционные усилители: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. –512 с.
5. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство. Пер с нем. – М.: Мир, 1982. – 512 с., ил.
6. 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.
7. Операционные усилители для всех / Брюс Картер и Рон Манчини; пер. с англ. А.Н. Рабодзея. – М.: Додэка-XXI, 2011. – 544 с.: ил. – (Серия «Схемотехника»). – Доп. тит. л. англ. – ISBN 978-5-94120-242-3.
8. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. – М.: Энергоатом-издат, 1998. – 320с.
9. Электроника и микросхемотехника: Лабораторный практикум. Часть 1 Аналоговая и импульсная схемотехника / Сокол Е.И., Яндоло В.Д. и др. – Харьков, НТУ «ХПИ», 2002, – 98с. Русск. яз.
10. Андронік Буняк. Електроніка та мікросхемотехніка: навчальний посібник для вищих учбових закладів. – Київ – Тернопіль: 2001. – 382 с.
11. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника. – М.: «Горячая Линия Телеком», 2002.
12. Жуйков В.Я., Бойко В.І. та ін. Схемотехніка електронних систем. – К.: Аверс, 2002.
13. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004.

### **2.5 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).

Однокристальні 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, енкoderів, джойстиків, сенсорних панелей. Побудова систем формування імпульсних послідовностей на базі мікроконтролера серії STM32. Побудова систем реєстрації аналогових сигналів на базі мікроконтролера серії STM32. Багатоканальна вимірювальна 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: Підручник /Ю.І. Якименко, Т.О. Терещенко, Є.І. Сокол, В.Я. Жуйков, Ю.С. Петергеря/ – К.: Видавництво „Політехнік”, 2003. – 440 с.
2. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления: Справочник/ С.Т. Хвощ, Н.Н. Варлинский, Е.А. Попов. Под общ. ред. С.Т. Хвоща. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 640 с.
3. Микропроцессоры: В 3-х книгах. Кн.1. Архитектура и проектирование микроЭВМ. Организация вычислительных процессов: Учеб. Для втузов/П.В. Нестеров, В.Ф. Шаньгин, В.Л. Горкунов и др.; Под ред. Л.Н.Преснухина, - Мн.: Выш. шк., 1987. – 414 с.
4. Горбунов В.Д., Панфилов Д.И., Преснухин Д.Л. Микропроцессоры. Основы построения микроЭВМ. – М.: Высш. шк., 1984. – 144 с.
5. Микропроцессоры / К.Г. Самофалов, О.В. Викторов, А.К. Кузник и др. – К.: Техника, 1986. – 278 с.
6. Балашов Е.П., Пузанков Д.В. Микропроцессоры и микропроцессорные системы: Учеб. пособие для вузов/ Под ред В.Б. Смолова. – Радио и связь, 1981. – 328с.
7. Шило В. Л. Популярныe цифровые микросхемы: Справочник. – М.: Радио и связь, 1987. – 352 с.
8. Лебедев О.Н. Микросхемы памяти и их применение. – М.: Радио и связь, 1990. – 243 с.
9. Бабич Н.П., Жуков И.А. Компьютерная схемотехника. Методы построения и проектирования: Учебное пособие. – К.: «МК-Пресс», 2004. – 576 с.

10. The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors / Joseph Yiu. Newnes. 2015 – 1055 p.
11. The Definitive Guide to ARM Cortex-M0 and Cortex-M0+ Processors / Joseph Yiu. Newnes. 2015 – 764 p.
12. The Insider's Guide To The STM32 ARM Based Microcontroller / Trevor Martin. Hitex (UK) Ltd, 2008. – 100 p.
13. Embedded Systems, Fifth edition / Jonathan Valvano. 2014. – 320 p
- Спеціалізовані мікроконтролерні системи: Теорія і практика: підручник / Є. І. Сокол [та ін.] ; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. – Х.: НТУ «ХПІ», 2007. – 252 с.
14. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров ARM / М.Ю. Степанович. ДМК Пресс. 2012. – 170 стр.

## 2.6 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. Бивэн Д. Иллюстрированное руководство по анатомии и физиологии: Пер. с англ. – Внешсигма, 1998. – 96 с.
2. Привес Н.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека. – Л.: Медицина, 1974. – 452 с.
3. Старушенко Л.І. Анатомія та фізіологія людини: Учб. посібник. – К.: Вища школа, 1998. – 210 с.
4. Физиология человека: учебник: в 2 т./ В.М. Покровский, Г.Ф. Коротько, В.И. Кобрин [и др.]; под ред. В.М. Покровский, Г.Ф. Коротько. – М. : Медицина, 2000. – 448 с.
5. Основи анатомії і фізіології людини [Текст]: навч. посібник / М.А. Лісова. – Харків: НТУ «ХП», 2008. – 256 с.

### **2.7 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. Виглеб Г. Датчики. Устройство и применение (пер. с нем. М. А. Хацернов). – М. : Мир. – 1989. – 196 с.
2. Абакумов В.Г., Рибін О. І., Сватош Й. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг. – Київ: Нора-Прінт. – 2001. – 515 с.
3. Машченко, Т. Г. Датчики в биотехнических системах – Х. : НТУ “ХПИ”. – 2003. – 224 с.
4. Кобус А. Датчики Холла и магниторезисторы / А. Кобус, Я. Тушинский ; пер.: К. Б. Макидонская, В. И. Тихонов. – М. : Энергия. – 1971. – 352 с.
5. Агейкин, Д. И. Датчики контроля и регулирования: справочное издание / Д. И. Агейкин, Н. Н. Кузнецова, Е. Н. Костина. – М. : Машиностроение. – 1965. – 928 с.
6. Вульвет, Дж. Датчики в цифровых системах: производственное издание : пер. с англ. / Дж. Вульвет ; пер. В. В. Малов ; ред. пер. А. С. Ярошенко. – М. : Энергоиздат. – 1981. – 200 с.
7. Агейкин, Д. И. Датчики систем автоматического контроля и регулирования: справочные материалы / Д. И. Агейкин, Е. Н. Костина, Н. Н. Кузнецова; ред. Б. С. Сотсков. – М. : Машгиз. – 1959. – 580 с.
8. Афанасьев В.В. Трансформаторы тока. / В.В. Афанасьев, Н.М. Адоньев, В.М. Кибель и др. – Л.: Энергоатомиздат. – 1989. – 416 с.
9. Полищук Е.С. Измерительные преобразователи. – К.: Вища школа. 1981 г. – 296 с.
10. Абакумов В.Г. Электронные промышленные устройства. – К.: Вища школа. 1978 г. – 376 с.
11. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 2-х томах. – М.: Мир. 1983 г.
12. Коломбет Е.А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. – М.: Радио и связь. 1991 г. – 376 с.



13. Алексеенко А.Г., Коломбет Е.А., Стародуб Г.И. Применение прецизионных аналоговых микросхем. – М.: Радио и связь. 1985 г. – 304 с.
14. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС. – М.: Мир. 1985 г. – 572 с.
15. Федорков Б.Г., Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. – М.: Энергоатомиздат. 1990 г. – 320 с.
16. Мащенко Т.Г. Датчики в биотехнических системах: Учеб. пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 224 с.
17. Новиков Ю.В., Калашников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. Практ. пособие. – М.: ЭКОМ, 2002. – 224 с.
18. Медицинские приборы: Разработка и применение / Под ред. Джона Г. Вебстера. – Киев.: Медторг, 2004. – 620 с.
19. Кипенский А.В. Импульсно-цифровые и цифро-импульсные преобразователи. – Харьков, НТУ «ХПИ», 2000 г. – 132 с.

## **2.8 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. Клиническая физиотерапия / Оржешковский В.В., Волков Е.С., Демедюк И.А. и др.; Под ред. В.В. Оржешковского. –К. Здоров`я, 1984. – 448 с.
2. Общая физиотерапия: Учебник / В.С. Улащик, И.В. Лукомский. – Мн: Интерпрессервис; Книжный дом, 2003. – 512 с., ил.
3. Физиология и патология дыхания, гипоксия и оксигенотерапия. К.: Издательство академии наук УССР, 1958. - 500с.
4. Справочник по физиотерапии. Под ред. А.Н. Обросова. М., «Медицина», 1976, 344 с., с ил.
5. Карандашов В.И., Петухов Е.Б., Зродников В.С. Квантовая терапия / Под ред. Н.Р. Палева: Учебное пособие. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2004. – 336 с.: ил.
6. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. – М.: НПЛЦ «Техника», 2003. – 256 с. – 67 ил.
7. Ушаков А.А. Практическая физиотерапия. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ООО «Медицинское информационное агенство». 2009. – 608 с.
8. Кипенский А.В. Импульсно-цифровые и цифро-импульсные преобразователи. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000 г. – 132 с.
9. Кипенский А.В., Шамардина В.Н., Дейнеко Д.М. Электрокардиография. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – 52 с.
10. Гриппи М.А. Патофизиология легких. – М.: Спб.: ЗАО «Издательство БИНОМ», «Невский Диалект», 2000 – 344 с.
11. Абакумов В.В., Рибін О.І., Сватош Й. Біомедичні сигнали. Генезіс, обробка, моніторинг. – К.: Нора-прінт, 2001. – 516 с.
12. Попечителей Е.П., Кореневский Н.А. Электрофизиологическая и фотометрическая медицинская техника. – М.: Высшая школа, 2002. – 470 с.
13. Даниленко А.Ф., Скорodelов В.В. Основы медицинских измерений. Учеб. пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. – 150 с.

14. Медицинские приборы. Разработка и применение / Под ред. Д.Г. Вебстера. – К.: Медторг, 2004. 620 с.

15. Доброва В.Є., Тіманюк В.О. Біофізика та медична апаратура. – Київ: ВД «Професіонал», 2006. – 200 с.

## **2.9 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 розкладаючихся 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 пліткових 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. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. – М: Высшая школа. – 1990г.
2. Девярых Г.Г., Елиев Ю.Е. Введение в теорию глубокой очистки веществ – М: Наука. – 1981г.
3. Шашков Ю.М. Выращивание монокристаллов методом вытягивания. – М: Металлургия. – 1982г .
4. Романенко В.Н. Управление составом полупроводниковых кристаллов. – М: Металлургия. – 1976г
5. Берри Р., Холл П., Гаррис М. Тонкопленочная технология. - Москва: Энергия,1972.
6. Угай Я.А. Введение в химию полупроводников.- Москва: Высшая школа, 1975.
7. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.-134 с.
8. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и

наноматеріалів.-М.: КомКнига, 2008.-592 с.

9. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего.- М.: Эксмо, 2009.- 256 с.

10. Основы прикладной нанотехнологии / А.А.Абрамян, В.И.Балабанов, В.И.Беклемишев, Р.В.Вартанов, И.И.Махонин, В.А.Солодовников.-М.: МАГИСТР-ПРЕСС, 2007.-208 с.

### **2.10 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. Дж. Тейлор Введение в теорию ошибок. – М.: Мир, 1985.

2. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: Наука, 1971.

3. Маркин Н.С. Основы теории обработки результатов измерений. – М.: Издательство стандартов, 1991.

4. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. – М., Наука, 1968.

5. Худсон Д. Статистика для физиков. – М.: Мир, 1970.

6. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1972.

7. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Высшая школа, 1979.

### 3 ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ

#### 3.1 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 р-п 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 р-п 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.

### 3.2 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 сходинці. Тунелювання. Потенційний бар'єр кінцевої ширини. Проходження електрона через бар'єр і над бар'єром.
5. Квантове обмеження. Частина 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 сверхрешеток.
- 10 Балістичний транспорт. Пружне і непружне розсіювання.
- 11 Провідність двовимірного 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.

### 3.3 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 невідродженому 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 контакті 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 p-n переходу з широкою базою при малих і великих рівнях інжекції. Який вигляд приймає ВАХ p-n переходу з довгою базою при надвисоких рівнях інжекції?

7. Види пробою p-n переходу.

8. Утворення p-n переходу. Висота бар'єру. Напишіть рівняння і граничні умови, вирішивши яке, можна розрахувати ширину p-n переходу. Ширина і зарядова ємність переходу. У якому випадку зарядова ємність p-n переходу пропорційна  $U^{-1/2}$ , а в якому  $U^{-1/3}$ ?

9. Чим викликана необхідність зменшувати ширину бази p-n переходу? ВАХ p-n переходу з вузькою базою при малих рівнях інжекції, її відмінність від відповідної ВАХ p-n переходу з широкою базою.

10. ВАХ p-i-n діода і p-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. P-n перехід. Структура. Больцманівська рівновага.

14. Несиметричний p-n перехід. Емітер. База.

15. Пряме зміщення p-n переходу. Гранична неравновісна концентрація неосновних зарядів. Інкєкція. Рівні інжекції.

16. Зворотне зміщення p-n переходу. Екстракція.

17. ВАХ ідеалізованого p-n переходу.

18. Пробій p-n переходу. Механізми пробою. Температурна залежність напруги пробою.

19. Бар'єрна ємність. Варіапи.

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.

### 3.4 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.

### **3.5 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.

### **3.6 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 інжекттованих 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.

### 3.7 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.

### 3.8 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.

### **3.9 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 апарата 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 апарата 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?

### **3.10 Технологічні основи електроніки**

1. Опишіть хроматографічний метод очищення.
2. Опишіть очищення за допомогою рідинної екстракції.
3. Принципи кристалізаційного очищення.
4. Рушійна сила фазових перетворень і механізми утворення зародків.
5. З чого складається вільна енергія зародка нової фази? Як впливають кінетичні фактори на процеси утворення і росту зародків?
6. Види кристалічних граней, особливості кінетики та механізмів їх зростання. Способи стимулювання процесів росту.
7. Опишіть вирощування монокристалів методом витягування з розплаву.
8. Методи вирощування монокристалів зонної плавкою. Вирощування кристалів з розчинів методом Пфана.
9. Особливості виробництва напівпровідникових розкладаються сполук.
10. Основні етапи технології виробництва полікристалічного кремнію.

11. Основні етапи технології виробництва полікристалічного германію.
12. Які методи отримання кристалів з твердої фази використовуються для отримання напівпровідникових монокристалів? Опишіть вирощування монокристалів методом нормальної спрямованої кристалізації.
13. Адсорбція і абсорбція. Гідрофільні і гідрофобні сорбенти.
14. Одержання анодних плівок.
15. Синтез нанокристалічних шарів шляхом електроосадження.
16. Електрохімічне осаження металів та елементарних напівпровідників з розплавів.
17. Хімічні засоби забезпечення адгезії плівок.
18. Фотохімічне виготовлення наночастинок металів.
19. Рідиннофазне хімічне осаження напівпровідникових шарів.
20. Гідротермальні методи виготовлення нанокристалів
21. За допомогою яких фізико-хімічних методів створюються нанодисперсні системи?
22. Загальна характеристика дисперсних систем . Стабілізація колоїдних розчинів.
23. Ступінь дисперсності. Процес коагуляції.
24. Відмінності у будові та властивостях високодисперсних і низькодисперсних систем на прикладі суспензій і ліозолей (гідрозолей та органозолей).
25. Поверхнево-активні речовини.
26. Адсорбція і абсорбція. Гідрофільні і гідрофобні сорбенти.
27. Синтез нанокристалічних шарів шляхом електроосадження.
28. Електрохімічне осаження металів та елементарних напівпровідників з розплавів.

### **3.11 Електроніка дефектів в напівпровідникових матеріалах**

1. Фізика походження зонного електронного енергетичного спектру ідеальних кристалів і пояснення поділу кристалічних матеріалів на метали, напівпровідники та діелектрики за його специфікою.
2. Залежність концентрації рівноважних носіїв заряду в зонах дозволених енергій власного напівпровідника та рухливості цих носіїв заряду від температури.
3. Класифікація електронних енергетичних станів точкових дефектів за характером їх взаємодії з зонами дозволених енергій напівпровідникового кристалу.
4. Природа ковалентного зв'язку між атомами кристалічної решітки елементарних напівпровідників і критерії утворення твердих розчинів заміщення та проникнення в таких матеріалах.
5. Фізика походження донорних і акцепторних центрів та їх електронних енергетичних станів в елементарних напівпровідниках для домішок заміщення.



6. Фізика походження донорних і акцепторних центрів та їх електронних енергетичних станів в елементарних напівпровідниках для домішок проникнення.

7. Домішки амфотерного типу і їх вплив на електронну енергетичну структуру елементарних напівпровідників.

8. Залежність рівноважної концентрації основних носіїв заряду в зонах дозволених енергій дуже слабо легованих елементарних напівпровідників, їх рухливості та питомої провідності таких напівпровідників від концентрації домішки одного типу і температури.

9. Особливість хімічного зв'язку, правило визначення типу домішкових центрів заміщення і кількості їх енергетичних рівнів у забороненій зоні напівпровідникових сполук АІІВV та АІІВVI.

10. Ефекти часткової і повної компенсації, а також перекомпенсації домішкових центрів.

11. Температурна залежність концентрації основних носіїв заряду в елементарному монокристалічному напівпровіднику дуже слабо легованому простою донорною домішкою і частково компенсованому простою акцепторною домішкою.

12. Особливості електронної енергетичної структури слабко, проміжно і сильно легованих напівпровідників.

13. Класичне і квантове уширення домішкового рівня в напівпровідникових матеріалах.

14. Природа і типи електронних енергетичних станів власних точкових дефектів в кремнії та германії.

15. Природа і типи електронних енергетичних станів власних точкових дефектів в напівпровідникових сполуках АІІВVI.

16. Електронні енергетичні стани комплексів власних точкових дефектів з домішковими атомами в монокристалічному кремнії.

### **3.12 Фізичні методи дослідження напівпровідникових матеріалів**

1. Класифікація та характеристика методів визначення питомого опору напівпровідникових матеріалів.

2. Фізичні передумови і експериментальні засоби виготовлення омичних контактів до напівпровідників різного типу провідності.

3. Контактні методи визначення питомого опору напівпровідників за повним опором виготовлених з них зразків правильної геометричної форми.

4. Фізичне обґрунтування, особливості застосування, переваги і недоліки двозондового методу визначення питомого опору напівпровідників.

5. Фізичне обґрунтування, особливості застосування, переваги і недоліки чотиризондового методу визначення питомого опору для зразків довільної форми у наближенні

їх напівнескінченного та обмеженого розмірів.

6. Фізичне обґрунтування і особливості застосування чотиризондового методу визначення питомого опору для тонких пластин та плівкових шарів.

7. Локальне визначення питомого опору однозондовим методом з рухомим зондом.

8. Локальне визначення питомого опору методом виміру опору розтікання точкового контакту.

9. Безконтактне визначення методом моста змінного струму з ємнісним зв'язком питомого опору напівпровідників за повним опором виготовлених з них зразків правильної геометричної форми.

10. Фізична природа ефекту Зеебека і методика його використання для визначення типу основних носіїв заряду за знаком термо-е.р.с.

11. Фізична природа ефекту Холла і залежність сталої Холла від типу, концентрації, механізму розсіювання основних носіїв заряду та величини індукції магнітного поля.

12. Техніка експерименту з визначення сталої Холла при постійному струмі та стаціонарному магнітному полі.

13. Застосування ефекту Холла для визначення типу, концентрації і рухливості основних носіїв заряду в некомпенсованих напівпровідниках при домішковій провідності.

14. Застосування ефекту Холла для визначення енергії іонізації домішкових центрів та ширини забороненої зони в монокристалічних напівпровідниках.

15. Застосування ефекту Холла для роздільного визначення концентрацій донорної та акцепторної домішок в монокристалічних напівпровідниках з різним рівнем їх легування.

### **3.13 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 виміряними величинами зручно використовувати відносну похибку, а за яких абсолютну?

3. Сформулюйте правила дій над похибками при додаванні і відніманні вимірянних 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 вимірянних 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 приведенне значення  $\chi^2$ . Перевірка розподілів.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

Завдання вступного іспиту оцінюється чотирьохбальною системою: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
<p style="text-align: center;"><b>Відмінно</b> <b>(5)</b></p>	<p>Абітурієнт ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання; глибоко аргументував прийняті рішення; продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади; правильно виконав необхідні розрахунки, практично застосувавши відповідні правила, методи, принципи; нормативні та довідкові матеріали; проаналізував отримані результати та вірно оцінив їх; показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички, набуті при вивченні тем даного курсу; у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Добре</b> <b>(4)</b></p>	<p>Абітурієнт повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко; виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади; правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх; допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу; виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Задовільно</b> <b>(3)</b></p>	<p>Абітурієнт відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень; виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади; допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу; з несуттєвими помилками провів розрахунки, невміло проаналізував їх і недостатньо вірно оцінив отримані</p>

	результати; виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.
<b>Незадовільно (2)</b>	Абітурієнт невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менше ніж на половину); виявив незнання більшої частини тем курсу; допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компонувань тощо; неправильно використав розрахункові формули та допустив помилки при проведенні розрахунків, не проаналізував їх результати.

Заст. завідувача кафедри ПБМЕ

С.Ю. Кривошеев

## 273 Електричний транспорт

### 273.01 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:

6. Теорія локомотивної тяги
7. Тягові передачі рухомого складу.
8. Автогальма, безпека руху та ходова частина ЗРС.
9. Надійність, вимірювання та діагностика на ЗРС.
10. Організація технології виробництва та ремонту локомотивів

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

## 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:*

4. Тяга поездов. Под ред. В.В.Деева. М: Транспорт 1987 -264с.
5. С.И.Осипов, К.А.Миронов, В.И.Ревич Основы локомотивной тяги. М: Транспорт 1979 - 440с.
6. В.И.Омельяненко и др. Основы электрической тяги. Харьков НТУ ХПИ 2002 -162с.

### 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 проектування та технології виготовлення асинхронних тягових двигунів. Типи та конструкція колісно-моторних блоків. Проектування та розрахунки міцності тягових передач рухомого складу.

*Рекомендована література:*

1. Гаккель Е.Я. Проектирование и расчет тяговой передачи тепловоза. – М.: Транспорт, 1972. – 152 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. Винокуров Е.А. Электрические машины железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. – 511 с.
4. Бирюков И.В., Беляев А.И., Рыбников Е.К. Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог. – М.: Транспорт, 1986. – 256 с.
5. Электроподвижной состав с асинхронными тяговыми двигателями / Н.А. Ротанов, А.С. Курбасов, Ю.Г. Быков и др. Под ред. Н.А. Ротанова. – М.: Транспорт, 1991. – 336 с.

#### **4. 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, їхнє 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. Протіюзові 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. Иноземцев В.Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава. М: Транспорт, 1982.
2. Пархомов В.Т. Устройство и эксплуатация тормозов. – М.: Транспорт, 1994.– 207 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. Надійність, вимірювання та діагностика на ЗРС.**

Основні методи теорії вирогідності. 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, реєстраційна апаратура. Калібрування вимірювальних каналів. Методика вимірювань на рейковому транспорті. Розміщення засобів вимірювання на локомотиві. Методи обробки та аналізу результатів вимірювань.

*Рекомендована література:*

1. В.Н.Четвергов и др. Надежность недвижимого состава. М. 1995.-240с.
2. Технические средства диагностики. Под ред. Клюева В.В. М.
3. Машиностроение. 1989.-120с.
4. Тепловозы. Техническая диагностика. Отраслевой стандарт. М. Машиностроение. 1984.-52с.
5. Методические указания для курсового и дипломного проектирования по курсу "Надежность локомотивов".- Харьков. ХГПУ. 1996.-30с.
6. Тензометрия в машиностроении / Под ред. Р.А. Макарова, М. Машиностроение, 1975.- 288 с.
7. Р.Менли Анализ и обработка записей колебаний.- М. Машиностроение, 1972.- 250 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 виробництва. Визначення відповідності методів формоутворення, обробки та збірки щодо форм організації технологічних процесів, які характерні для умов крупносерійного та масового виробництва. 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 трудоемкості для верстатних, слюсарно-збірочних 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

випробовування тепловозу після ремонту. Вивчення технології ремонту екіпажної частини локомотива.

*Рекомендована література:*

1. Максакова Е.Н. Технология локомотивостроения: Учебник для вузов. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1982. – 452 с.
2. Основы технологии машиностроения. Под ред. Корсакова В.С.: Учебник для вузов – М., Машиностроение, 1977.
3. Рахматулин М.Д. Ремонт тепловозов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1977. 477 с.
4. Малоземов Н.А. и др. Тепловозоремонтные предприятия. М., Транспорт, 1988.

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

### Теорія локомотивної тяги

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 зчепних сил при тяги.
9. Сили взаємодії колеса та рейки у місті контакту.
10. Заходи по поліпшенню зчепних 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. Автосцепні 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 двохступенчатого 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 обкаточні та здаточні випробування локомотиву після ремонту.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

Завдання вступного іспиту оцінюється за чотирьох бальною системою: "відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно".

При оцінці знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виражена з оцінок відповідей на усі запитання.

Оцінка за 5 бальною системою	Характеристика відповіді
<b>Відмінно (5)</b>	Абітурієнт: - ґрунтовно, логічно послідовно та вірно відповів на поставлені запитання; - глибоко аргументував прийняті рішення;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрував повне розуміння матеріалу, обґрунтував свої відповіді,</li> <li>навів необхідні приклади;</li> <li>- показав вміння застосовувати на практиці знання і практичні навички,</li> <li>набуті при вивченні тем даного курсу;</li> <li>- продемонстрував вміння використовувати сучасні методи вирішення інженерних задач, в тому числі і з використанням ЕОМ;</li> <li>- у відповідях не допустив помилок, виконав завдання граматично та стилістично грамотно і у відповідності з вимогами.</li> </ul>
<b>Добре (4)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повно і в основному правильно відповів на поставлені запитання, допустивши при цьому несуттєві помилки та неточності; відповів на питання правильно по суті, але недостатньо повно та чітко;</li> <li>- виявив розуміння матеріалу, професійно обґрунтував свої відповіді, навів необхідні приклади;</li> <li>- правильно та вміло застосував відповідні правила, методи, принципи на всіх етапах вирішення поставлених задач; проаналізував отримані результати та оцінив їх;</li> <li>- допустив окремі неточності у формулюваннях і послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- виконав завдання з окремими граматичними помилками та з незначними відхиленнями від вимог стандартів.</li> </ul>
<b>Задовільно (3)</b>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- відповів на питання неповно, допустив неточності в аргументуванні прийнятих рішень;</li> <li>- виявив розуміння лише основних положень курсу; не зумів глибоко і переконливо обґрунтувати свої відповіді, навести відповідні приклади;</li> <li>- допустив неточності у формулюваннях і недоліки в логічній послідовності викладення матеріалу;</li> <li>- виконав завдання з порушенням вимог стандартів та з граматичними і стилістичними помилками.</li> </ul>

<p><b>Незадовільно</b></p> <p><b>(2)</b></p>	<p>Абітурієнт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- невірно відповів на поставлені теоретичні питання, а практичні завдання виконав лише частково (менш ніж на половину);</li> <li>- володіє матеріалом на елементарному рівні засвоєння, викладає його безладно, уривчастими реченнями;</li> <li>- припускає помилки у визначенні термінів, які приводять до викривленні їх змісту;</li> <li>- виявив незнання більшої частини тем курсу;</li> <li>- припускає принципові помилки при вирішенні типових ситуацій, не правильно виконує необхідні розрахунки;</li> <li>- допустив значні помилки у формулюванні правил, методів та теоретичному описі процесів, схем, варіантів компоновань тощо.</li> </ul>
----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Програма затверджена на засіданні кафедри електричного транспорту та тепловозобудування (протокол №14 від 14.03.2018р.)

Завідувач кафедри, професор

Омельяненко В.І.