

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ДИЗАЙНУ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор КНУТД

  
Іван ГРИЩЕНКО  
«20» березня 2024 р.

## ПРОГРАМА ФАХОВИХ ІСПИТІВ

на здобуття освітнього ступеня «магістр»  
на базі освітнього ступеня «бакалавр» та ОКР «спеціаліст»  
за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка, та  
електромеханіка  
освітньої програми «ЕЛЕКТРОПОБУТОВА ТЕХНІКА»

### **РЕКОМЕНДОВАНО**

вченою радою навчально-наукового  
інституту інженерії та  
інформаційних технологій  
Ігор ПАНАСЮК  
від « 20 » березня 2024 р.  
Протокол № 7

### **РОЗГЛЯНУТО ТА СХВАЛЕНО**

на засіданні кафедри  
комп'ютерної інженерії та  
електромеханіки  
Дмитро СТАЦЕНКО  
від « 19 » березня 2024 р.  
Протокол № 8

Київ – 2024

## ВСТУП

Програма фахових іспитів спрямована на визначення рівня підготовки бакалаврів, які бажають продовжити навчання для здобуття освітнього ступеня магістра та спроможні орієнтуватись у питаннях сучасного електромашинобудування й приладобудування, використовувати нові технології, досягнення науки, техніки і вимоги стандартів.

Завданнями комплексного фахового іспиту є перевірка розуміння вступником програмного матеріалу професійної підготовки в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими дисциплінами, оцінювання здатності вступника до творчого використання набутих знань.

До програми фахового іспиту згідно освітньої програми «Електромеханіка» включено чотири модуля, що охоплюють такі обов'язкові дисципліни циклу професійної підготовки бакалавра: «Теорія електропривода», «Електричні машини», «Моделювання електромеханічних систем», «Вимірювання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці». Ці дисципліни дозволяють комплексно оцінити рівень теоретичної та практичної підготовки вступників, визначити ступінь засвоєння основних професійних навичок, необхідних для продовження навчання у магістратурі. Опис програм модулів наведено у розділі 1.

Фахові іспити на здобуття освітнього ступеня магістра спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньої програми «Електропобутова техніка» проводяться у вигляді письмового екзамену. При підготовці відповіді на білет вступник повинен використовувати Міжнародну систему одиниць (СІ), застосовувати єдину термінологію, позначення та одиниці вимірювання у відповідності з вимогами Державних Стандартів України. На поставлені завдання екзаменаційного білету слід відповідати чітко, обов'язково представляти розрахунки, надавати обґрунтовані висновки за одержаними результатами.

Важливе значення має самостійна робота вступника з навчальним матеріалом в процесі підготовки до фахового іспиту. З метою полегшення підготовки до іспиту в програмі наведено орієнтовний перелік питань з наведених дисциплін (розділ 2) та рекомендовану літературу (розділ 4). Також можна ознайомитись з прикладом варіанта завдання для фахового іспиту.

Порядок проведення фахового іспиту визначається Положенням про приймальну комісію КНУТД.

*Зміст програми фахового іспиту:*

### **1. Опис модулів**

#### ***1.1. Теорія електропривода***

#### ***1.2. Електричні машини***

#### ***1.3. Моделювання електромеханічних систем***

#### ***1.4. Вимірювання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці***

### **2. Орієнтовний перелік питань, що виносяться на фаховий іспит**

### **3. Критерії оцінювання знань студентів з фахових іспитів**

### **4. Рекомендована література**

#### **Приклад завдання для фахового іспиту**

## **1. Опис модулів**

### ***1.1. Теорія електропривода***

#### **1.1.1. Механіка електропривода.**

Поняття про електропривод. Структурна схема ЕП. Класифікація ЕП. Виведення основного рівняння руху електропривода. Виведення основного рівняння руху ЕП при обертальному поступальному русі мас. Рівняння руху ЕП при змінному значенні мас.

Операції зведення в електроприводі. Зведення статичних моментів, інерції та мас до валу електродвигуна. Зведення мас, що рухаються поступально до валу електродвигуна и навпаки.

#### 1.1.2. Перехідні режими в роботі електропривода.

Перехідні процеси в електроприводі ті їх значення. Види перехідних процесів в електроприводі. Статичні моменти опору робочих машин. Механічні перехідні процеси в ЕП. Механічні перехідні процеси в ЕП з електродвигуном постійного струму при  $M_c = const$ . Механічні перехідні процеси в ЕП при  $M_c = f(\omega)$ . Статична стійкість роботи ЕП і робочої машини. Електромеханічні і електромагнітні перехідні процеси в ЕП. Електромеханічні і електромагнітні перехідні процеси в ЕП з електродвигуном послідовного, змішаного збудження. Електромеханічні перехідні процеси з асинхронним електродвигуном. Електромагнітні перехідні процеси в ЕП. Втрати енергії в перехідних режимах роботи ЕП. Постійні та змінні втрати енергії в перехідних режимах роботи ЕП.

#### 1.1.3. Вибір потужності електродвигунів в електроприводі.

Навантажувальні характеристики ЕП і РМ. Вибір потужності електродвигунів в ЕП. Обґрунтування вибору потужності ЕД. Спрощений метод побудови навантажувальних діаграм. Побудова тахограм. Нагрівання та охолодження ЕД. Перехідні процеси при нагріванні ЕД. Режими роботи ЕП. Вибір потужності ЕД при роботі ЕП в тривалому режимі роботи. Вибір потужності ЕД при короткочасному і повторно - короткочасному режимах роботи ЕП. Перевірка ЕД на перегрів.

#### 1.1.4. Автоматизоване управління електроприводом.

Розімкнені и замкнені схеми управління ЕП. Розімкнені схеми управління ЕП. Автоматизовані розімкнені схеми управління ЕП. Замкнені системи управління в ЕП. Переваги замкнених схем управління ЕП. Типові схем замкнених систем управління в ЕП с ЕД постійного та перемінного струму.

#### 1.1.5. Перспективи розвитку автоматизованого електропривода.

Комплектний електропривод. Типові схеми комплектного ЕП. Енергозбереження в ЕП. Проектування електроприводу. Управління в ЕП. Переваги замкнених схем управління ЕП. Типові схем замкнених систем управління в ЕП с ЕД постійного та перемінного струму.

## 1.2. Електричні машини

1.2.1. Фізичні процеси в трансформаторі та їх математичний опис, характеристики трансформатора.

Конструкція, принцип дії та рівняння трансформатора. Втрати в трансформаторі, зовнішня характеристика трансформатора, коефіцієнт корисної дії. Паралельна робота трансформаторів. Перехідні процеси в трансформаторах. Спеціальні типи трансформаторів.

1.2.2. Фізичні процеси в асинхронній машині та їх математичний опис, характеристики асинхронної машини.

Конструкція, принцип дії та рівняння асинхронної машини. Втрати в асинхронній машині, коефіцієнт корисної дії. Робочі і механічна характеристики асинхронної машини. Способи пуску асинхронних двигунів. Регулювання частоти обертання. Основні та особливі типи двигунів.

1.2.3. Фізичні процеси в синхронній машині та їх математичний опис, характеристики синхронної машини.

Конструкція, принцип дії та основна векторна діаграма (діаграма Blondеля) синхронної машини. Реакція якоря синхронної машини, її залежність від характеру навантаження. Характеристики синхронного генератора. Характеристики синхронних машин при паралельній роботі з мережею. Електромагнітна потужність. Синхронні двигуни. Синхронні компенсатори.

1.2.4. Фізичні процеси в машинах постійного струму та їх математичний опис, характеристики машин постійного струму

Конструкція, принцип дії та характеристики машин постійного струму, рівняння електричної та механічної рівноваги. Реакція якоря та комутація машин постійного струму.

Генератори постійного струму. Двигуни постійного струму. Регулювання швидкості двигунів і напруги генераторів постійного струму.

### ***1.3. Моделювання електромеханічних систем***

#### **1.3.1. Методологія теорії моделювання.**

Принципи теорії моделювання та підходи, види моделей й моделювання. Математичні моделі, форми подання та класифікація, основні вимоги, створення математичної моделі. Системний підхід до моделювання ЕМС, основні поняття та принципи системного підходу, ієрархія математичних моделей. Методи математичного моделювання динаміки ЕМС на макрорівні, форми опису динамічних моделей, взаємозв'язок між ними.

#### **1.3.2. Математичні моделі компонентів ЕМС.**

Загальні відомості про електромеханічні системи, визначення та структура, закономірності процесу перетворення енергії. Математичне моделювання механічної частини ЕМС, моделювання з урахуванням пружності, тертя, моменту опору, зазору. Структурне моделювання, складання моделей механічних систем. Математична модель двигуна постійного струму, моделювання ЕМС з двигуном постійного струму. Математичне моделювання асинхронних машин, лінеаризовані моделі двигунів змінного струму. Моделювання нелінійностей ЕМС. Математичні моделі керованих перетворювачів, датчиків в електроприводі.

#### **1.3.3. Створення математичних моделей систем макрорівня за методом електроаналогії.**

Загальна характеристика методів прямої аналогії, основні положення та визначення. Топологічні та компонентні рівняння фізичних підсистем. Характеристика повної математичної моделі системи (ПММС) на макрорівні, фазові змінні, вектор базисних координат та змінних стану. Формальне представлення структури системи на макрорівні, поняття та визначення теорії графів. Основні етапи створення формальної моделі системи у вигляді еквівалентної схеми, алгоритми побудови еквівалентних схем різних фізичних підсистем. Формування ПММС у матричній формі, аналіз ПММС, етапи методу змінних стану, отримання системи звичайних диференціальних рівнянь.

#### **1.3.4. Побудова математичних моделей на основі експериментальних досліджень.**

Експериментальні методи побудови математичних моделей, способи проведення експериментальних досліджень, вимірювання електромеханічних величин, особливості експериментальних факторних моделей. Формування моделей на основі методу планування експерименту, основні поняття, визначення та принципи теорії планування експерименту, алгоритм підготовки та проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів моделювання.

### ***1.4. Вимірювання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці***

#### **1.4.1. Основні поняття метрології.**

Метрологія і технічні вимірювання. Засоби і види вимірювань. Методи вимірювань. Електричний сигнал і його параметри. Спектр частот сигналу вимірювальної інформації. Вимірювальні прилади і їх характеристики. Похибки вимірювальних приладів.

#### **1.4.2. Основи теорії випадкових похибок.**

Похибки вимірювань і оцінка результатів вимірювань. Оцінка випадкових похибок вимірювань. Закони розподілу випадкових похибок. Статистичні центральні моменти. Асиметрія і ексцес. Гістограма і полігон. Методи перевірки нормальності розподілу випадкових похибок. Критерії згоди. Оцінка результатів вимірювань, що різко виділяються. Виявлення грубих похибок вимірювань. Оцінка параметрів розподілу по величині довірчих інтервалів.

#### **1.4.3. Класифікація метрологічних розрахунків.**

Обробка результатів прямих вимірювань. Обробка результатів вимірювань опору мостами постійного струму. Обробка результатів опосередкованих вимірювань. Рівняння

зв'язку і вимірювальні аргументи. Обробка експериментальних даних при сукупних і сумісних вимірюваннях. Особливості визначення відносних похибок при опосередкованих вимірюваннях.

#### 1.4.4. Прилади і методи вимірювання електромеханічних величин.

Аналогові електромеханічні вимірювальні прилади. Класифікація вимірювальних приладів за типом вимірювального механізму. Прилади магнітоелектричного, електромагнітного, електродинамічного типів. Електронні вимірювальні прилади, класифікація. Вимірювальні генератори сигналів. Цифрові вимірювальні прилади. Частотоміри. Електронні осцилографи. Аналого-цифрові перетворювачі. Прямий, зміщений, додатковий і зворотній коди. Цифро - аналогові перетворювачі. Метод порозрядного урівноваження. Електричні методи вимірювання неелектричних величин. Тахогенератори. Оптичні перетворювачі. Математичні перетворювачі. Датчики неелектричних величин. Резистивні, індуктивні, тензорезистивні, п'єзорезистивні, електромагнітні датчики.

## 2. Орієнтовний перелік питань, що виносяться на фахове випробування

1. Штучні та природні характеристики електродвигунів постійного струму.
2. Штучні та природні характеристики електродвигунів змінного струму.
3. Електропривод. Структурна схема електроприводу, керований та некерований електропривод.
4. Виведення основного рівняння руху електроприводу за обертального руху мас.
5. Виведення основного рівняння руху електроприводу за обертального руху вала електродвигуна та поступального руху мас виконавчих органів робочих машин.
6. Виведення основного рівняння руху електроприводу за поступального руху вала електродвигуна (ЕД) та поступального руху мас виконавчих органів робочих машин.
7. Тахограма. Призначення, принципи побудови.
8. Зведення моментів інерції та мас до валу електродвигуна.
9. Зведення статичних моментів опору до валу ЕД.
10. Зведення поступально рухомих мас до валу ЕД.
11. Особливості математичного опису багатомасових об'єктів.
12. Математичний опис перехідних процесів. Параметри і види перехідних процесів.
13. Класифікація робочих машин за характером змінювання статичного моменту.
14. Механічні перехідні процеси в електроприводі за статичного моменту опору  $M_C = \text{const}$ .
15. Механічні перехідні процеси в електроприводі за статичного моменту опору , що пропорційний швидкості.
16. Механічні перехідні процеси в електроприводі за постійного динамічного моменту.
17. Механічні перехідні процеси в електроприводі при лінійних механічних характеристиках ЕД і ВО.
18. Механічні перехідні процеси в електроприводі за довільного динамічного моменту.
19. Електромеханічні перехідні процеси в електроприводі з ЕД постійного струму незалежного збудження при  $M_C = \text{const}$  та  $L = 0$ .
20. Електромеханічні перехідні процеси в електроприводі з ЕД постійного струму незалежного збудження при  $M_C = \text{const}$  та  $L \neq 0$ .
21. Електромеханічні перехідні процеси в електроприводі з ЕД постійного струму незалежного збудження при  $M_C = f(\omega)$ .
22. Електромагнітні перехідні процеси в електроприводі.
23. Електромеханічні перехідні процеси в ЕП з ЕД послідовного і змішаного збудження.
24. Електромеханічні перехідні процеси в ЕП з асинхронними ЕД.
25. Час пуску і гальмування в перехідних режимах роботи ЕП.
26. Втрати енергії в перехідних режимах роботи ЕП.
27. Основні поняття про стійкість роботи електрифікованого агрегату.

28. Режими роботи ЕП і навантажувальні діаграми.
29. Вибір потужності ЕД в ЕП. Теплові перехідні процеси.
30. Вибір потужності ЕД для тривалого режиму роботи ЕП.
31. Перевірка ЕД за умовами перегріву методом середніх втрат.
32. Перевірка ЕД за умовами перегріву еквівалентними методами.
33. Вибір потужності ЕД для короткочасного режиму роботи ЕП.
34. Вибір потужності ЕД для повторно - короткочасного режиму роботи ЕП.
35. Навантажувальні діаграми ЕП з лінійною механічною характеристикою ЕД при піковому навантаженні.
36. Спрощена побудова навантажувальних діаграм.
37. Принципи побудови тахограм.
38. Регульовані координати в ЕП.
39. Розімкнені автоматизовані схеми керування в ЕП. Пуск ЕД постійного струму у функції ЕРС.
40. Розімкнені автоматизовані схеми керування в ЕП. Пуск ЕД постійного струму у функції часу.
41. Автоматизовані схеми керування асинхронним електродвигуном, що забезпечує прямий пуск і динамічне гальмування в функції часу.
42. Автоматизоване керування пуском АД з фазним ротором в функції часу.
43. Регулювання координат ЕП з ЕД постійного струму зміною напруги якірного кола. Система «Перетворювач – ЕД».
44. Замкнені схеми керування ЕП. Принципи організації замкнених схем керування.
45. Замкнені схеми керування ЕП з ЕД постійного струму. Переваги замкнених схем керування.
46. Схеми керування ЕП з ЕРС змінного струму. Способи регулювання координат електроприводу.
47. Комплектний електропривод - принципи організації. Комплектний привод постійного струму.
48. Комплектний привод змінного струму.
49. Принципи організації частотно-регульованого асинхронного електроприводу.
50. Тиристорні схеми керування АЕД.
51. Основні вимоги до проектування ЕП виробничих механізмів.
52. Енергозбереження в ЕП.
53. Види моделей та моделювання.
54. Класифікація математичних моделей та вимоги, що ставляться до них.
55. Основні принципи моделювання та етапи створення математичної моделі.
56. Загальні відомості про системний підхід до моделювання ЕМС.
57. Приклади моделей елементів на різних рівнях ієрархії.
58. Структурне моделювання ДПС із незалежним збудженням.
59. Математичний опис ДПС НЗ, розрахунок параметрів.
60. Структурне моделювання ДПС паралельного збудження.
61. Математичний опис ДПС ПЗ, розрахунок параметрів.
62. Структурне моделювання ДПС послідовного збудження.
63. Математичний опис ДПС ПосЗ, розрахунок параметрів.
64. Структурне моделювання механічної частини ЕП, алгоритм.
65. Характеристика елементів, формування математичного опису та структурної схеми.
66. Структурне моделювання нелінійних елементів та перетворювачів ЕМС.
67. Загальна характеристика та положення методів прямої аналогії.
68. Принципи моделювання за методом електромеханічних аналогій.
69. Компонентні та топологічні рівняння електричної і механічної підсистем.
70. Побудова еквівалентних електричних кіл-моделей механічних систем, алгоритм, приклади.

71. Алгоритм формування і структура повної математичної моделі системи в матричній формі.
72. Експериментальні методи побудови моделей. Алгоритм підготовки та проведення експериментальних досліджень.
73. Алгоритм розрахунку та аналізу ММ за планом повнофакторного експерименту.
74. Амперметри і вольтметри.
75. Вимірювання опорів по методу амперметра і вольтметра.
76. Загальні принципи обробки експериментальних даних.
77. Правила округлення експериментальних даних.
78. Закони розподілу випадкових величин та їх похибок.
79. Нормальний закон розподілу, основні гіпотези.
80. Класифікація методів і засобів вимірювань. Види засобів вимірювань.
81. Конструкція та принцип дії аналогових електромеханічних вимірювальних приладів.
82. Магнітоелектричні вимірювальні прилади.
83. Загальні відомості про методи вимірювання напруги і струму.
84. Вимірювання постійного струму.
85. Вимірювання напруги і струму на низьких і високих частотах.
86. Вимірювання імпульсної напруги.
87. Загальні відомості про методи вимірювання потужності.
88. Загальні відомості про аналогові електронні вольтметри.
89. Основні механізми аналогових електронних вольтметрів.
90. Комбіновані аналогові вимірювальні прилади.
91. Електродинамічні вимірювальні прилади.
92. Розрахувати та побудувати природні характеристики ДПС НЗ з наступними паспортними (номінальними) даними:  $P_{ном}$ ;  $U_{ном}$ ;  $n_{ном}$ ;  $I_{ном}$ .
93. Двигун постійного струму з паралельним збудженням має такі паспортні дані:  $U_{ном}$ ;  $n_{ном}$ ;  $I_{ном}$ ;  $I_B$ ;  $R_a$ . Визначити частоту обертання якоря, якщо підведена до обмотки якоря напруга знизиться до 200 В, а крутний момент на валу двигуна та струм збудження при цьому залишаться незмінними.
94. Для ДПС НЗ розрахувати і побудувати природні характеристики, якщо двигун має такі паспортні (номінальні) дані:  $P_{ном}$ ;  $U_{ном}$ ;  $n_{ном}$ ;  $I_{ном}$ .
95. Двигун постійного струму з паралельним збудженням має такі паспортні дані:  $P_{ном}$ ;  $U_{ном}$  В;  $n_{ном}$ ;  $I_{ном}$ ;  $I_B$ ;  $R_a$ . Визначити частоту обертання якоря, якщо підведена до обмотки якоря напруга знизиться до ХХХ В, а крутний момент на валу двигуна і струм збудження при цьому залишаться незмінними.
96. Асинхронний двигун з короткозамкненим ротором типу 4А160S має такі паспортні дані:  $P_{ном}$ ;  $n_{ном}$ ;  $I_{1ном}$ ;  $\lambda_m = M_k / M_{ном}$ ;  $\lambda_1 = I_{1п} / I_{1ном}$ ;  $p$ ;  $f_{1ном}$ ;  $U_{1ном}$ . Розрахувати природну механічну характеристику АД.
97. Обертальний момент асинхронного ЕД за частотою обертання ротора 1440 об/хв дорівнює 500Н·м. Визначити механічну потужність на валу ротора ЕД.
98. Знайти число пар полюсів асинхронного двигуна, що живиться від мережі змінного струму з частотою 50 Гц, за частотою магнітного поля статора  $n_1$ .
99. Розрахувати і побудувати залежність  $\omega(t)$  за наступних даних:  $M$ ;  $M_C$ ;  $J \cdot \text{м}^2$ ;  $\omega_{нач}$ . Розрахувати час перехідного процесу, за яким швидкість знизиться в два рази.
100. Визначити динамічний момент, який за  $J$  забезпечить збільшення швидкості на 200 рад/с за час  $t_{III}$ .
101. Виконати розрахунок і побудову кривих перехідного процесу  $\omega(t)$  і  $M(t)$  за лінійною характеристикою двигуна і наступних даних:  $\omega_{нач}$ ;  $\omega_{уст}$ ;  $M_{нач} = M_{КЗ}$ ;  $\omega_0$ ;

- $M_{уст} = M_C$ ;  $J$ . Оцінити практичний час перехідного процесу (за яким швидкість руху досягне значення  $0,95\omega_{уст}$ ).
102. Визначити постійну охолодження двигуна, якщо його постійна нагрівання дорівнює  $T_H$ , а коефіцієнт, що враховує погіршення охолодження двигуна при нерухомому роторі,  $\beta_O$ .
103. Розрахувати і побудувати криву нагрівання асинхронного двигуна з фазним ротором типу АК82-4 з наступними номінальними даними  $P_{ном}$ ,  $n_{ном}$ , якщо постійна часу нагрівання двигуна  $T_H$ , початкова температура перегріву  $\tau_0^0$ , а кінцева ustalена температура  $\tau_{уст}$  (ізоляція класу А).
104. Робота електропривода характеризується графіками на рис., при цьому  $M_{C1}$ ;  $M_{C2}$ ;  $t_1$ ;  $t_2$ ;  $t_p$ ;  $t_T$ ;  $\omega_{уст}$ ;  $J$ . Визначити розрахунковий момент та потужність двигуна і побудувати його навантажувальну діаграму.
105. ДПС типу 2ПФ має такі паспортні дані:  $P_{ном}$ ;  $n_{ном}$ ;  $I_{ном}$ ;  $U_{ном}$ ;  $\eta_{ном}$ . Оцінити тепловий режим двигуна під час його роботи прогягом наступного циклу: час першої ділянки  $t_1$ , момент навантаження  $M_{C1}$ ; час другої ділянки  $t_2$ , момент навантаження  $M_{C2}$  Н·м; час третього ділянки  $t_3$  момент навантаження  $M_{C3}$  Струм збудження і опір якірного кола не змінюються.
106. Визначити придатність асинхронного електродвигуна для роботи в тривалому режимі зі змінним навантаженням:  $t_1, M_{C1}; t_2, M_{C2}; t_3, M_{C2}$  при постійній швидкості обертання приводного вала в ustalеному режимі  $n$ . Номінальні дані електродвигуна:  $P_{ном}$ ;  $U_{ном}$ ;  $I_{ном}$ ;  $n_{ном}$ ;  $\eta_{ном}$ . Гранична перевантажувальна здатність електродвигуна  $\lambda = \frac{M_{max}}{M_{ном}}$ .
107. Вибрати асинхронний двигун з короткозамкненим ротором серії АП для роботи в короткочасному режимі з навантаженням  $P_K$ , що діє протягом  $t_K$ . Постійна часу нагрівання  $T_H$ , коефіцієнт втрат  $\alpha$ .
108. Перевірити придатність електродвигуна, розрахованого на тривалий режим роботи, в короткочасному режимі роботи при наступних номінальних даних:  $P_{ном}$ ,  $I_{ном}$ ,  $U_{ном}$ ,  $n_{ном}$ , коефіцієнт втрат  $\alpha$ ,  $T_H$ , максимальний момент навантаження  $M_C$ , і тривалість навантаження  $t_K$ .
109. Визначити постійну часу нагрівання двигуна постійного струму з наступними номінальними даними:  $P_{ном}$ ,  $I_{ном}$ ,  $U_{ном}$ ,  $n_{ном}$ ,  $\eta_{ном}$ , коефіцієнт втрат  $\alpha$ , якщо при роботі в короткочасному режимі протягом  $t_K$  з потужністю  $P_K$  двигун не перегрівається вище допустимої температури.
110. Вибрати асинхронний двигун з фазним ротором серії АК для навантаження:  $P_1, P_2, P_3, t_1, t_2, t_3, t_0$ . Прийняти постійну часу нагрівання двигуна  $T_H$ , коефіцієнт погіршення умов охолодження  $\beta_O$ , коефіцієнт постійних втрат  $\alpha$ .
111. АД краново-металургійної серії типу МТКВ 511-8 має номінальну потужність  $P_{ном}$  при ПВН і швидкість  $n_{ном}$ . Оцінити нагрів двигуна, якщо він буде періодично включатися на Х хв та долати при цьому момент навантаження  $M_C$ , після чого буде відключатися на ХХ хвилин. Даний цикл роботи відноситься до повторно-короткочасного режиму.
112. Синхронний електродвигун має номінальну потужність  $P_{ном}$  при ПВН й число обертів  $n_{ном}$ . Оцінити нагрів електродвигуна, якщо він буде періодично включатися на Х хв і долати при цьому момент навантаження  $M_C$ , після чого буде відключатися на ХХ хв. Даний цикл роботи відноситься до повторно-короткочасного режиму.



113. Вибрати двигун постійного струму для підйомного механізму, що працює в повторно-короткочасному режимі, з двигунів, що працюють в тривалому режимі, якщо цикл триває  $XX$  с та має наступні робочі проміжки часу:  $M_1; t_1; M_2; t_2; M_3; t_3; M_4; t_4$ . Необхідна частота обертання двигуна  $n$ , напруга  $U$ .
114. ДПС НЗ типу ПБСТ-53 має такі паспортні дані:  $P_{ном}; n_{ном}; U_{ном}; I_{ном}; R_я; I_{В.ном}$ . Визначити опір резистора, вмикання якого забезпечить проходження штучної характеристики через точку с координатами  $\omega_u; M_u$ .
115. Для двигуна ПБСТ - 53, який має такі паспортні дані:  $P_{ном}; n_{ном}; U_{ном}; I_{ном}; R_я; I_{воз.ном}$ , визначити опори резисторів, вмикання яких обмежить струм під час пуску, динамічного гальмування та гальмування противовмиканням до рівня  $I_{доп} = 3I_{ном}$ .
116. Розрахувати опір резистора, за якого характеристика двигуна в режимі динамічного гальмування пройде через точку з координатами  $\omega_{II}, I_{II}$ . Дані двигуна:  $P_{ном}; n_{ном}; U_{ном}; I_{ном}; R_я; I_{воз.ном}$ .
117. Розрахувати величину додаткового опору, ввімкненого в коло якоря ДПС з паралельним збудженням 2ПО132L, за яким частота обертання якоря зменшиться в два рази при  $M = M_{ном} = const$ . Параметри двигуна:  $P_{ном}; U_{ном}; КПД; I_в; n_{ном}$ .
118. Розрахувати, як зміниться частота обертання якоря ДПС з паралельним збудженням 2ПБ100М при зниженні напруги живлення в 2 рази для режиму  $M = M_{ном} = const$ . Параметри двигуна:  $P_{ном}; U_{ном}; КПД; I_в; n_{ном}$ .
119. Розрахувати величини змінювання моменту на валу і швидкості обертання ДПС з незалежним збудженням при вмиканні додаткового опору в коло якоря  $R_{доб}$ , при  $I = I_{ном} = const$ . Параметри двигуна:  $P_{ном}; U_{ном}; КПД; r_в; n_{ном}$ .
120. Постійний момент опору на валу двигуна ЕП становить  $X$  Н·м, момент інерції рухомих мас  $J$  кг·м<sup>2</sup>. Який момент повинен розвивати ротор двигуна, щоб максимальна зміна числа обертів за  $XX$  с не перевищувала  $XXX$  об/хв?
121. Визначити час розгону ЕД до швидкості  $X$  об/хв, якщо момент на валу  $M_c$ , середнє значення пускового моменту  $M_п$ , момент інерції на валу ЕД дорівнює  $J$ .
122. Сформувати математичний опис та структурну модель заданої механічної системи, що подано у вигляді розрахункової схеми (рис.).
123. Дати оцінку адекватності математичної моделі, отриманої за результатами експериментальних досліджень експлуатаційної нестабільності пускового струму  $I(A)$  асинхронного двигуна. Експеримент проведений за планом ПФЕ типу  $2^3$   $Y = b_0 + b_1x_1 - b_3x_3 + b_{12}x_1 x_2$ ; де  $x_1$  – момент опору (Нм);  $x_2$  – напруга (В);  $x_3$  - частота живлення (Гц). Дисперсія відтворення дорівнює  $S_0^2$ ; дисперсія адекватності  $S_{ад}^2$ ; табличне значення критерію Фішера  $F_t$ .
124. Визначити опір споживача постійного струму, якщо за результатами багаторазових прямих вимірювань напруги і струму отримані наступні результати:  $U=(X\pm x)$  В;  $I=(X\pm x)$  А. Опір вольтметра  $R_v=(X\pm x)$  кОм.
125. Вольтметром класу точності  $У$  з діапазоном вимірювання від 0 до  $X$  В і рівномірною шкалою, яка нараховує  $XX$  поділок, виконано вимірювання напруги постійного струму. З округленням до десятих часток зроблений відлік:  $XXX$  поділення. Вихідний опір джерела сигналу прийняти рівним нулю. Необхідно записати результат технічного вимірювання.

126. Постійний струм вимірюється за допомогою амперметра магнітоелектричної системи з шкалою (XX) А і класом точності У. Шкала рівномірна містить XXX поділок. Вимірювання проводилися  $n$  разів, були отримані наступні результати в поділках (задано). За відсутності струму стрілка амперметра показує  $X$  поділки, зміщена нульова відмітка. Визначити значення струму, що вимірюється, і записати результат вимірювання при довірчій вірогідності ( $P=0,95$ ).
127. Обґрунтувати складаючи похибки та визначити потужність споживача, який живиться від мережі постійного струму, якщо отримані наступні результати прямих технічних вимірів потужності (задано таблицею). Для вимірювання потужності використано ватметр зі шкалою XX Вт, та класом точності 1,0. Побудувати гістограму та полігон. Визначити асиметрію, ексцес і коефіцієнт кореляції.
128. Обґрунтувати методику, навести схему виміру та визначити опір заземлення трьох побутових приладів, якщо кожна пара опорів вимірювалась двічі і при цьому отримані наступні результати технічних вимірів (задано таблицею) при  $P=0,95$ .
129. Напруга постійного струму вимірюється за допомогою вольтметра магнітоелектричної системи з шкалою X В і класом точності А. Вимірювання проводилися  $n$  разів, були отримані наступні результати (задано) При відсутності напруги вольтметр показує  $X_1$  В, зміщена нульова відмітка. Шкала рівномірна. Визначити значення напруги, що вимірюється, і записати результат вимірювання при довірчій вірогідності ( $P=0,95$ ).
130. Для вимірювання струму використовується амперметр класу точності ВІ з межею вимірювання X (шкала одностороння). Показання приладу (з урахуванням інтерполяції) рівно XX. Записати результат вимірювання.

### 3. Критерії оцінювання знань студентів з фахових вступних випробувань

Кожен варіант фахового вступного випробовування складається з трьох питань: перші два питання теоретичні, третє питання – задача. Оцінювання здійснюється за 200-бальною шкалою.

Кожне з теоретичних питань оцінюється в 50 балів, вирішення задачі з обґрунтованим висновком – 100 балів. Отримані бали підсумовуються.

#### Шкала оцінювання відповідей на питання (теоретичні питання)

Шкала оцінювання відповідей на питання		Критерії оцінювання
перше питання	друге питання	
50	50	Правильна вичерпна відповідь на поставлене запитання, продемонстровано глибокі знання понятійного апарату і літературних джерел, уміння аргументувати свою відповідь, наведено приклади
40	40	В основному відповідь на поставлене питання правильна, але є несуттєві неточності

30	30	Відповідь на поставлене питання загалом наведено, але не має переконливої аргументації відповіді, характеристики певних об'єктів
20	20	Відповідь показує посереднє знання основного програмного матеріалу, містить суттєві помилки при трактуванні понятійного апарату
-	10	Відповідь на запитання неповна та містить суттєві помилки
0	0	Відповідь неправильна або відсутня

### Шкала оцінювання розрахунково-аналітичного завдання (задачі)

Шкала оцінювання задачі	Критерії оцінювання
100	Правильний розв'язок завдання з повним викладенням порядку розв'язку та глибокою обґрунтованістю висновків за результатами розрахунків
80	Правильний розв'язок завдання з неповним викладенням порядку розв'язку або недостатньо глибокою обґрунтованістю висновків за результатами розрахунків
60	Неповне викладення порядку розв'язку завдання, наявні незначні арифметичні помилки, недостатньо обґрунтовані висновки за результатами розрахунків
40	Розв'язок завдання з допущенням кількох арифметичних помилок і неповним викладенням порядку розв'язку, відсутність висновків за результатами розрахунків
20	Частковий розв'язок завдання з неправильним обґрунтуванням порядку розв'язку
0	Завдання не розв'язано або розв'язано не вірно

**Фахове вступне випробовування вважється витриманим**, якщо вступник отримав не менше **100 балів**. При цьому у відомості ставиться відповідна оцінка за шкалою ECTS, що відповідає набраній вступником кількості балів.

#### Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Оцінка за національною шкалою	відмінно	добре		задовільно		незадовільно
Оцінка в балах	180-200	160-179	150-159	120-149	100-119	0-99
Оцінка за шкалою ECTS	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>

#### 4. Рекомендована література

1. Електричні машини та електропривод побутової техніки / М.Г. Попович, Л.Ф. Артеменко, О.П. Бурмістенков та ін.; за ред. Д.Б. Головка, М.Г. Поповича. – К.: Либідь, 2004. – 352 с.
2. Петко І.В., О.П. Бурмістенков, Т.Я. Біла. Основи електропобутової техніки: Навчальний посібник / І.В. Петко, О.П. Бурмістенков, Т.Я. Біла. – К.: КНУТД, 2013. – 204 с.
3. Гліненко Л.К., Сухонос О.Г. Основи моделювання технічних систем: Навч. Посібник / Л.К. Гліненко, О.Г. Сухонос. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. – 176 с.
4. Головка Д.Б., Реґо К.Г., Скрипник Ю.О. Основи метрології та вимірювань / Д.Б. Головка, К.Г. Реґо, Ю.О. Скрипник. - Київ: Либідь, 2001. - 408 с.
5. Дорожовець М.М. та ін. Основи метрології та електричні вимірювання / М.М. Дорожовець. – Львів: Львівська політехніка, 2011. - 372с.
6. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів /Л. Я. Белікова, В. П. Шевченко. - О.: Наука і техніка, 2012.- 480 с.
7. Загірняк М.В., Невзлін Б.І. Електричні машини: підручник - 2-ге вид., переробл. і доповн./ М.В. Загірняк, Б.І. Невзлін - К.: Знання, 2009. - 399 с.

## Приклад завдання для фахового іспиту

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової та інноваційної діяльності

\_\_\_\_\_ Людмила ГАНУЩАК-ЄФІМЕНКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ФАХОВОГО ІСПИТУ

для здобуття освітнього ступеня магістра  
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
освітньої програми «Електропобутова техніка»

#### Варіант № XXX

1. Навантажувальні діаграми ЕП з лінійною механічною характеристикою ЕД при піковому навантаженні.
2. Конструкція та принцип дії аналогових електромеханічних вимірювальних приладів.
3. Вибрати асинхронний двигун з фазним ротором серії АК для навантаження:  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_0$ . Прийняти постійну часу нагрівання двигуна  $T_H$ , коефіцієнт погіршення умов охолодження  $\beta_O$ , коефіцієнт постійних втрат  $\alpha$ .

Затверджено на засіданні кафедри  
комп'ютерної інженерії та електромеханіки.  
Протокол № 8 від 19 березня 2024 р.

Завідувач кафедри комп'ютерної  
інженерії та електромеханіки  
к.т.н., доцент

Дмитро СТАЦЕНКО