

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Голова приймальної комісії

В. М. Бабаєв

«29»

2019 р.



## **ПРОГРАМА**

вступного екзамену зі спеціальності

<b>РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ</b>	<b><u>третій (освітньо-науковий)</u></b>
<b>СТУПІНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ</b>	<b><u>доктор філософії</u></b>
<b>ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ</b>	<b><u>27 Транспорт</u></b>
<b>СПЕЦІАЛЬНІСТЬ</b>	<b><u>275 Транспортні технології (за видами)</u></b>
<b>ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА</b>	<b><u>275 Транспортні технології. Електротransпорт</u></b>

Харків  
2019

## ВСТУП

Завданням вступного екзамену з освітньо-наукової програми 275 «Транспортні технології. Електрогтранспорт» є виявлення у вступників до аспірантури спеціальних знань і практичних навичок з комплексу навчальних дисциплін.

При складанні вступного екзамену вступники повинні відповідно до вимог кваліфікаційної характеристики спеціаліста / магістра транспортних технологій показати високу фундаментальну та спеціальну підготовку.

Програма вступного екзамену є комплексною та охоплює питання, що відносяться до таких тем фундаментальних та спеціальних дисциплін:

- теорія автоматичного керування;
- теорія електроприводу;
- електричне обладнання рухомого складу;
- механічне обладнання рухомого складу електротранспорту;
- технічна експлуатація рухомого складу.

# **ЗМІСТ ПРОГРАМИ**

## **Теорія автоматичного керування**

Регулювання за збуренням. Регулювання за відхиленням. Системи стабілізації та програмного регулювання, слідкуючі системи. Статичні та астатичні системи. Неперервні та дискретні системи. Класифікація автоматичних регуляторів. Сталій та динамічний режими. Лінійні та нелінійні системи. Коефіцієнт передачі ланки. Перетворення по Лапласу функцій основних ланок систем автоматичного регулювання. Зворотне перетворення Лапласа. Формули розкладу. Передавальні функції лінійних ланок. Диференційне рівняння замкнутої системи. Послідовне та паралельне з'єднання ланок. Система із зворотнім зв'язком. Правила запису передавальних функцій. Правила перетворення структурних схем. Перехідна функція ланки. Функція ваги ланки. Частотні характеристики лінійних ланок: АЧХ, ФЧХ, АФЧХ. Логарифмічні АЧХ.

Критерії стійкості Рауса-Гурвіця. Критерій стійкості Михайлова. Критерій стійкості Найквіста. Визначення запасу стійкості та швидкодії по АФЧХ розімкненої системи. Способи поліпшення процесу регулювання, синтез коригуючих пристроїв. Типові нелінійності. Математичний опис дискретних систем. Метод Z-перетворення. Стійкість імпульсних систем. Динамічні характеристики імпульсних систем.

## **Теорія електроприводу**

Аналіз загальної структурної схеми електроприводу. Структурна схема, призначення елементів схеми, класифікація електропривода по кількості використовуваних двигунів. Розрахункові схеми механічної частини електропривода. Основні способи регулювання швидкості двигуна постійного струму незалежного збудження. Механічні характеристики і графіки перехідного процесу електроприводу. Регулювання координат електропривода з двигуном постійної напруги незалежного збудження зміною напруги на якорі в системі «генератор – двигун». Принцип регулювання швидкості двигуном постійної напруги незалежного збудження зміною магнітного потоку. Блок-схема регулювання координат асинхронного двигуна зміною напруги або частоти на статорі. Принцип дії асинхронного електроприводу з безпосереднім перетворювачем частоти. Методи гальмування асинхронного електропривода. Принцип перевірки двигунів по нагріванню в тривалому режимі роботи.

## **Електричне обладнання рухомого складу**

Класифікація електричного транспорту за призначенням, за конструктивним виконанням, за системою живлення. Вимоги до електричного обладнання рухомого складу. Основні електричні апарати, які застосовуються на електротранспорті. Конструкція основних елементів та принцип дії реостатно-контакторної системи керування рухомого складу. Конструкція основних елементів та принцип дії імпульсної системи керування рухомим

складом. Призначення системи автономного ходу. Рухомий склад із живленням від акумуляторів або суперконденсаторів. Електромобілі. Типи збудження тягових електричних двигунів. Конструкція тягових електричних двигунів постійного струму різних способів збудження та їхні електромеханічні характеристики. Перехід із режиму тяги в режим рекуперативного гальмування. Методи розрахунку електромеханічних характеристик двигунів постійного струму різних способів збудження. Способи пуску тягових електродвигунів. Способи перегрупування тягових двигунів. Схеми ослаблення поля двигунів постійного струму. Ослаблення поля двигунів змішаного збудження з використанням DC-DC перетворювача. Схеми ослаблення поля двигунів постійного струму при імпульсному регулюванні. Призначення елементів імпульсного переривача. Схема пуску з використанням імпульсного регулятора. Схеми з'єднання тягових машин з використанням імпульсних регуляторів. Електричне гальмування двигунів постійного струму. Процес самозбудження двигунів. Гальмівні характеристики. Електрична стійкість в схемах гальмування. Механічна стійкість при гальмуванні на спусках. Реостатне гальмування при послідовному збудженні тягових двигунів. Схеми з'єднання генераторів. Характеристика рекуперативно-реостатного гальмування при імпульсному регулюванні тягових двигунів. Схема рекуперативно-реостатного гальмування з використанням тиристорно-імпульсного регулятора. Допоміжні електричні машини та прилади, які отримують живлення від контактної мережі – призначення, необхідна потужність, тривалість роботи, схема підключення до контактної мережі. Низьковольтне допоміжне електрообладнання рухомого складу. Електромашинні та статичні перетворювачі для зарядки акумуляторних батарей та живлення низьковольтних споживачів. Приклади схемної реалізації статичних перетворювачів для зарядки акумуляторних батарей з використанням тиристорів та IGBT транзисторів. Типи регуляторів напруги допоміжних генераторів. Попереджувальні системи захисту електрообладнання рухомого складу. Системи захисту електрообладнання рухомого складу за відхиленням параметрів, що контролюються (автоматичний вимикач, реле максимального струму, диференційне реле). Пристрої виявлення і припинення буксування колісних пар. Схеми виявлення буксування при послідовно з'єднаних двигунах.

### **Механічне обладнання рухомого складу електротранспорту**

Силова схема і епюри навантаження кузова. Розрахунок загальної міцності несучого кузова. Розрахунок наружень в обшивці рухомого складу, що підкріплена ребрами жорсткості. Розрахунок на міцність листової ресори. Пружні елементи ресорного підвішування рухомого складу, їх характеристики, відмітні особливості. Розрахунок рами візка на кососиметричне навантаження. Характеристики пневматичних ресор. Колісні пари рейкових транспортних засобів, класифікація, елементи та їхнє призначення. Конструкція візків рейкового рухомого складу, класифікація, конструктивні особливості. Розрахунок осі колісної пари на міцність. Характеристики гумових пружних елементів. Схема гумового елемента, його вертикальна пружна характеристика. Призначення, основні вимоги до рульового керування і класифікація. Конструкція і принцип дії рульового керування тролейбусом. Розрахунок

основних елементів рульового керування на міцність. Підсилювачі рульового керування. Кінематика приводу керованих коліс двовісного тролейбуса. Кінематична схема заднього моста тролейбуса, призначення елементів. Схема і принцип дії диференціалу. Розрахунок на міцність гвинтової циліндричної пружини. Діаграма запресування колеса на вісь. Півосі та їх розрахунок. Характеристика основних елементів гальмової системи тролейбуса.

### **Технічна експлуатація рухомого складу**

Поняття і визначення технічної експлуатації транспортних засобів. Якість, технічний стан і працездатність рухомого складу. Види технічних станів: справний, несправний, працездатний, непрацездатний, граничний. Відмови рухомого складу електричного транспорту, класифікація відмов, моделі відмов. Види зносу вузлів та деталей електротранспортних засобів. Поняття і визначення надійності. Основні показники надійності рухомого складу електричного транспорту. Визначення норм витрат ресурсів. Поняття про методи забезпечення працездатності рухомого складу електричного транспорту. Методи визначення нормативів і структури систем технічного обслуговування і ремонту рухомого складу. Персонал і ефективність технічної експлуатації електричного транспорту. Методи одержання інформації при управлінні працездатністю електричного транспорту. Системи діагностування технічних засобів, їхня класифікація. Методи діагностування. Ефективність і перспективи розвитку технічної діагностики. Загальна характеристика технологічних процесів забезпечення працездатності транспортних засобів. Технологія технічного обслуговування і ремонту рухомого складу. Підприємства, що здійснюють технічне обслуговування рухомого складу транспортних засобів. Організація технічного обслуговування на робочих місцях. Організація збереження рухомого складу і технічного майна. Підготовка і робота рухомого складу на лінії. Охорона навколишнього середовища від шкідливих впливів транспорту. Методи зменшення шкідливого впливу транспортних засобів.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВСТУПНОГО ЕКЗАМЕНУ**

Для вступників передбачається виконання письмового екзамену зі спеціальності, який об'єктивно визначає їхній рівень підготовки.

Вступний екзамен проводиться в письмовій формі за екзаменаційними білетами. Кожний екзаменаційний білет передбачає чотири питання рівнозначної складності з дисциплін фахового спрямування з наведеного вище переліку.

Тривалість екзамену дві години (120 хвилин).

Результат фахового випробування оцінюється в балах (максимальна кількість 100 балів, мінімальна кількість, що зараховується, 60 балів). Оцінювання здійснюється за бальною шкалою (табл. 1).

Таблиця 1 - Система оцінювання вступного екзамену до аспірантури зі спеціальності за 100 бальною шкалою

Оцінка в балах	Оцінка за 4-х бальною шкалою	Пояснення
90-100	відмінно	Відмінно (відмінне виконання завдань з незначними помилками)
82-89	добре	Дуже добре (рівень вище середнього, з кількома помилками)
74-81		Добре (в цілому правильне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
64-73	задовільно	Задовільно (в цілому непогано, але зі значними помилками)
60-63		Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	незадовільно	Недостатньо (виконання не задовольняє мінімальним критеріям)
0-34		

### СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування. Навч. посіб. / К.О.Сорока. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 187 с.
2. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання. (неперервні лінійні системи). Навч. посіб. Частина перша. Основи теорії систем автоматичного керування / К.О. Сорока. – Харків: ФОП Тімченко, 2010. – 218 с.
3. Сорока К.О. Теорія автоматичного керування і комп'ютерне моделювання. (неперервні лінійні системи). Навч. посіб. Частина друга. Аналіз систем автоматичного керування засобами комп'ютерного моделювання / К.О. Сорока. – Харків: ФОП Тімченко, 2010. – 156 с.
4. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування: Підручник / М.Г. Попович, О.Г. Ковальчук. – К.: Либідь, 2007. – 526 с.
5. Власов К.Г. Теория автоматического управления / К.Г. Власов. – Харків: Гуманитарний центр, 2007. – 542.

6. Теорія електропривода / М.Г. Попович, М.Г. Борисюк, В.А. Гаврилюк та ін. – К.: Вища шк., 1993. – 494 с.

7. Піцан Р.М.Збірник задач по курсу «Електропривід»: навч.посіб. / Р.М.Піцан, В.Т. Бардачевський, Б.Г. Бойчук. – Львів: вид-во ДУ «Львівська політехніка», 1999.

8. Буртний В.В. Тиристорний електропривід постійного струму / В.В. Буртний, Л.Ф. Карплюк, Б.Я. Панченко. – Львів: вид-во НУ «Львівська політехніка», 2007 – 128 с.

9. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод / В.В. Москаленко. – М.:Энергоиздат, 1986.

10. Електричне обладнання транспортних засобів. Конспект лекцій для студентів 3-4 курсів денної форми навчання напряму підготовки 0922 (6.050702) – «Електромеханіка» спеціальності 6.092201 – «Електричні системи і комплекси транспортних засобів» (СТ) – Укл. В.П. Андрійченко, С.О. Закурдай – Харків: ХНАМГ, 2011. – 131 с.

11. Електричне обладнання рухомого складу міського електричного транспорту”. (Регулювання тягових електричних двигунів рухомого складу в режимі тяги): Конспект лекцій для студентів спеціальності 7.092202 – Електричний транспорт – Укл. В.П. Андрійченко, С.О. Закурдай. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 81 с.

12. Довідково-методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни “Електричне обладнання рухомого складу” (для студентів 3-4 курсів усіх форм навчання спеціальності 7.092202 – Електричний транспорт). Уклад.: Далека В.Х., Карпушин Е.І, Андрійченко В.П., Закурдай С.О. – Харків: ХНАМГ, 2007 – 102 с.

13. Скуріхін І.Л. Конспект лекцій з курсу "Механічне обладнання рухомого складу міського електричного транспорту" / І.Л. Скуріхін, А.В. Коваленко. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 110 с.

14. Далека В.Х. Технічна експлуатація міського електричного транспорту. Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.092201 – Електричні системи і комплекси транспортних засобів та 7.092 202 – Електричний транспорт / В.Х. Далека, В.Б. Будниченко, Е.І. Карпушин, В.І. Коваленко. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 285 с.

15. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.

16. Правила експлуатації трамвая і тролейбуса. Затв. Держжитлокомунгоспом України 10.12.96 (Наказ №103), введ. в дію з 16.03.97. Доп. 2004. – К.: Держжитлокомунгосп, 2004. – 108 с.

17. Веклич В. Ф. Диагностирование технического состояния троллейбусов. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.

18. Далека В.Х. Практикум з технічної експлуатації міського електричного транспорту / В.Х. Далека, В.І. Коваленко, В.Б. Будниченко, М.В. Хворост. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 171 с.

19. Далека В.Х. Збірник задач з технічної експлуатації транспортних засобів. Для студентів спеціальностей 7.092201 – Електричні системи і комплекси транспортних засобів, 7.092 202 – Електричний транспорт. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 65 с.

#### Інформаційні ресурси

1. Цифровий репозиторій ХНУМГ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua>

Гарант  
освітньо-наукової програми



д-р техн. наук, проф.  
М.В. Хворост