

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені О.М. БЕКЕТОВА**

СТАНДАРТ ВИЩОЇ ОСВІТИ



**ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
підготовки бакалавра
галузь знань 0507 Електротехніка та електромеханіка
напрямку підготовки 6.050702 Електромеханіка



Стандарт чинний з дати затвердження

Харків - 2014

РОЗРОБЛЕНО: Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

КАФЕДРА: Електричного транспорту

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

к.т.н., доцент кафедри електричного транспорту Закурдай С.О., 
к.т.н., доцент кафедри електричного транспорту Андрійченко В.П. 

Схвалено **випусковою** кафедрою електричного транспорту

Протокол від 2 вересня 2014 року № 2

Завідувач випускової кафедри  (Далека В. Х.)

Програма відповідає формі Програми навчальної дисципліни, що затверджена Наказом по ХНУМГ ім. О.М. Бекетова від 24 лютого 2014 р. № 46-01.

Методист НМВ  (Тригорченко О.В.) « 19 » 11 2014 р.

Обговорено та рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету електричного транспорту.

Голова Вченої ради  (Шпіка М. І.) 5 вересня 2014 р., протокол № 2

Цей стандарт не може бути тиражований або відтворений будь яким способом без письмової згоди ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

© ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2014

© С. О. Закурдай, 2014

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Електричне обладнання транспортних засобів» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму 6. 050702 «Електромеханіка».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є функціонування і проектування електричного обладнання транспортних засобів при різних режимах роботи, а також застосування різних типів двигунів у якості тягових.

Міждисциплінарні зв'язки:

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються
Фізика	Електропостачання електротранспорту
Вища математика	Технічна експлуатація транспортних засобів
Конструкційні матеріали	Діагностика транспортних засобів
Теоретичні основи електротехніки	Організація та управління на транспорті
Електроніка і мікросхемотехніка	Проектування та розробка електрообладнання транспортних засобів
Механічне обладнання транспортних засобів	
Теорія електроприводу	

Програма навчальної дисципліни складається з *двох модулів*, що мають такі *змістові модулі*:

ЗМ 1.1 Склад електрообладнання транспортної одиниці.

ЗМ 1.2 Режими роботи тягового електроприводу.

ЗМ 1.3 Електричне гальмування.

ЗМ 2.1 Допоміжне електрообладнання.

ЗМ 2.2 Захист електрообладнання. Схеми транспортних засобів.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання дисципліни є формування у студентів системи знань про кваліфіковану експлуатацію та проектування електричного обладнання транспортних засобів, удосконалення знання основних закономірностей його функціонування у режимах пуску та електродинамічного гальмування.

1.2. Основними *завданнями*, що мають бути вирішені в процесі викладання дисципліни, є теоретична та практична підготовка майбутніх спеціалістів з питань освоєння сучасного електрообладнання транспортних засобів, розуміння взаємодії усіх елементів транспортних засобів та його надійної експлуатації.

1.3 Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- класифікацію електричного обладнання транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання та тяговими електричними двигунами;
- конструкцію, принцип дії та взаємодію з іншими вузлами акумуляторної батареї, генератора, системи запалювання, електричного стартера;
- призначення високовольтного та низьковольтного допоміжного електричного обладнання;
- призначення систем захисту електрообладнання;

вміти:

- здійснювати розрахунки різних режимів роботи електричного обладнання транспортних засобів;
- вирішувати задачі, пов'язаних зі встановленням технічної можливості уникнення відмов електричного обладнання транспортних засобів;
- розробляти пропозиції з підвищення якості роботи електричного обладнання транспортних засобів.

мати компетентності:

- здатність використовувати нормативні матеріали і засоби обчислювальної техніки для техніко-економічних розрахунків;
- здатність обґрунтувати необхідність впровадження нових серій транспортних засобів з урахуванням вимог в нових умовах експлуатації;
- здатність до підтримки необхідного рівня працездатності транспортних засобів;
- здатність до вдосконалення експлуатації сучасних транспортних засобів;
- здатність до створення нових, більш економічних та надійних транспортних засобів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 234 годин / 6,5 кредитів ECTS.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1.1 Склад електрообладнання транспортної одиниці.

Тема 1. Склад електрообладнання транспортних засобів – конструкція, призначення, принцип дії, використання.

Загальна характеристика і класифікація транспортних засобів. Вимоги до електричного обладнання та його класифікація. Конструкція електричних апаратів та позначення на схемах: тягових електричних двигунів різних способів збудження; електромагнітних контакторів та реле; контролерів водія та реостатних контролерів; струмоприймачів; автоматичних вимикачів; різних типів резисторів; котушок індуктивностей; плавких запобіжників; силових блоків імпульсних переривачів. Компоновка контакторних панелей та силових блоків імпульсних переривачів їх розміщення на транспортних засобах та характеристики різних типів електричних апаратів. Принципи роботи основних напівпровідникових елементів, які використовуються на транспортних засобах: магнітних підсилювачів та безконтактних магнітних реле; трансформаторів постійного струму і напруги; напівпровідникових логічних елементів; реле з магнітокеруємими контактами.

Тема 2. Акумуляторні батареї транспортних засобів.

Вимоги, що пред'являються до акумуляторних батарей транспортних засобів та процеси, які відбуваються у них в режимі заряду та розряду. Конструкція акумуляторних батарей та їх технічні і електричні характеристики. Порівняльні характеристики лужних та кислотних акумуляторних батарей. Способи зарядки акумуляторних батарей, які використовуються при експлуатації на транспортних засобах.

Тема 3. Генераторні установки транспортних засобів.

Переваги генераторів змінного струму над генераторами постійного струму. Конструкція генераторів змінного струму з контактними та індукторними кільцями. Електричні характеристики генератора. Властивість самообмеження максимальної сили струму навантаження генераторів змінного струму.

Тема 4. Електричні стартери транспортних засобів.

Елементи системи пуску двигуна внутрішнього згорання та призначення стартера. Порівняльний аналіз електромеханічних та механічних характеристик стартерних двигунів різних систем збудження. Будова стартера, електромагнітного тягового реле та механізму приводу з додатковим редуктором та без редуктора. Будову механізму приводу з муфтою вільного

ходу та з храповою муфтою. Електричні схеми керування стартером для карбюраторних та дизельних двигунів. Робота електричної схеми керування стартером з двообмотковим тяговим реле та схема керування стартера автомобіля з реле блокування.

Тема 5. Системи запалювання транспортних засобів.

Конструкція основних елементів та принцип дії батарейного запалювання. Фактори впливу на значення пробивної напруги. Конструкція та принцип дії контактно–транзисторної системи запалювання. Основні відмінності безконтактної системи запалювання від контактно–транзисторної. Принцип дії датчика Холла та конструкція датчиків – розподільників.

Тема 6. Пристрої для полегшення пуску двигунів внутрішнього згорання при низьких температурах.

Призначення систем полегшення пуску холодного двигуна внутрішнього згорання та їх застосовуються. Конструкція свічок розжарювання з відкритим нагрівальним елементом та штифтових свічок, а також свічок для підігрівання повітря у впускному трубопроводі. Конструкція та принцип дії електрофакельного підігрівника повітря, що надходить у циліндри двигуна.

Змістовий модуль 1.2 Режими роботи тягового електроприводу.

Тема 1. Порівняльний аналіз електромеханічних характеристик тягових електричних двигунів різних систем збудження.

Конструкція тягових електричних двигунів постійного струму різних способів збудження та їхні електромеханічні характеристики. Порівняльний аналіз електромеханічних характеристик тягових електричних двигунів різних способів збудження. Типу збудження тягових електричних двигунів. Перехід із режиму тяги в режим рекуперативного гальмування. Методи розрахунку електромеханічних характеристик двигунів постійного струму різних способів збудження.

Тема 2. Аналіз способів регулювання швидкості транспортних засобів з тягових електричних двигунів постійного та змінного струму.

Способи пуску тягових електродвигунів. Плавний реостатний пуск.

Ступінчатий реостатний пуск. Енергетика пуску.

Тема 3. Визначення пускових струмів і сили тяги.

Визначення пускових струмів та сили і тяги. Способи перегрупування тягових двигунів. Перегрупування двигунів шунтуванням резистором. Перегрупування двигунів за схемою моста. Перегрупування двигунів з використанням діодів.

Тема 4. *Визначення параметрів електронного перетворювача у режимі розгону до швидкості виходу на автоматичну характеристику.*

Принцип регулювання за допомогою імпульсних перетворювачів. Призначення тиристорно-імпульсного переривача. Схема пуску з використанням тиристорно-імпульсного регулятора. Застосування імпульсного регулятора напруги. Схеми з'єднання тягових машин з використанням імпульсних регуляторів.

Тема 5. *Системи керування двигунів внутрішнього згорання.*

Схема двигуна внутрішнього згорання як об'єкта керування з відповідними вхідними та вихідними величинами. Конструкція окремих елементів та принцип дії автоматичної коробки передач, режими її роботи. Типи систем впорскування пального, що застосовуються на сучасних автомобілях.

Змістовий модуль 1.3 Електричне гальмування транспортних засобів.

Тема 1. *Загальні відомості про електричне гальмування транспортних засобів.*

Електричне гальмування двигунів постійного струму. Реостатне гальмування. Процес самозбудження двигунів. Гальмівні характеристики. Побудова гальмівних характеристик.

Тема 2. *Умови електричної стійкості в схемах гальмування.*

Електрична стійкість. Механічна стійкість при гальмуванні на спусках.

Тема 3. *Реостатне гальмування при послідовному збудженні тягових двигунів.*

Схеми з'єднання генераторів. Процес реостатного гальмування при послідовному збудженні тягових двигунів.

Тема 4. *Реостатне гальмування при змішаному збудженні тягових двигунів.*

Схеми з'єднання генераторів. Процес реостатного гальмування при змішаному збудженні тягових двигунів.

Тема 5. *Рекуперативно-реостатне гальмування при імпульсному регулюванні тягових двигунів.*

Характеристика рекуперативно-реостатного гальмування при імпульсному регулюванні тягових двигунів. Схема рекуперативного гальмування з використанням тиристорно-імпульсного регулятора. Схема реостатного гальмування з використанням тиристорно-імпульсного регулятора. Схема рекуперативно-реостатного гальмування з використанням тиристорно-імпульсного регулятора.

Тема 6. Магнітнорейкові гальма.

Призначення магнітнорейкового гальма. Конструкція магнітнорейкового гальма.

Модуль 2

ЗМ 2.1 Допоміжне електрообладнання транспортних засобів.

Тема 1. Високовольтне допоміжне електрообладнання транспортних засобів.

Допоміжні електричні машини та прилади, які отримують живлення від контактної мережі – призначення, необхідна потужність, тривалість роботи, схема підключення до контактної мережі. Призначення демпферних резисторів та методи їх розрахунку. Принцип опалення пасажирського салону та кабіни водія транспортних засобів.

Тема 2. Низьковольтне допоміжне електрообладнання транспортних засобів.

Низьковольтні джерела живлення на різних типах транспортних засобів – призначення, необхідна потужність, тривалість роботи, схеми підключення. Типи збудження електричних двигунів, які використовуються в низьковольтних джерелах живлення. Номінальні значення напруг низьковольтних джерел живлення. Порівняти властивості лужних та кислотних акумуляторних батарей.

Тема 3. Перетворювачі для зарядки акумуляторних батарей та живлення низьковольтних споживачів.

Електромашинні та статичні перетворювачі для зарядки акумуляторних батарей та живлення низьковольтних споживачів. Порівняльний аналіз електромашинного та статичного перетворювачів, їх переваги та недоліки. Приклади схемної реалізації статичних перетворювачів для зарядки акумуляторних батарей з використанням тиристорів та IGBT транзисторів.

Тема 4. Регулятори напруги допоміжних генераторів.

Регулятори напруги – призначення, принцип дії, типи. Схемна реалізації електромагнітного регулятора напруги. Схемна реалізації електронного регулятора напруги. Схемна реалізації змішаного типу регулятора напруги. Схемна реалізації інтегрального регулятора напруги.

Тема 5. Системи освітлення та сигналізації.

Призначення системи освітлення та сигналізації. Маркування світлових приладів. Конструкція світлових приладів транспортних засобів та приладів внутрішнього освітлення. Принцип європейського та американського світлорозподілів близького світла. Будова ламп розжарювання, газорозрядних джерел світла та принцип дії покажчиків повороту.

ЗМ 2.2 Захист електрообладнання. Схеми керування тяговими електродвигунами транспортних засобів.

Тема 1. Попереджувальні системи захисту електрообладнання транспортних засобів.

Призначення попереджувальної системи захисту електрообладнання транспортних засобів. Захист електрообладнання від перевантажень та коротких замикань. Захист від підвищення та зниження напруги. Захист радіоприйому від перешкод, що виникають при роботі електричного обладнання транспортних засобів.

Тема 2. Системи захисту електрообладнання транспортних засобів за відхиленням контролюємих параметрів.

Призначення системи захисту електрообладнання транспортних засобів за відхиленням параметрів. Конструкція, призначення, принцип дії та характеристики автоматичного вимикача. Конструкція, призначення, принцип дії та характеристики запобіжників. Конструкція, призначення, принцип дії та характеристики реле максимального струму. Конструкція, призначення, принцип дії та характеристики диференційні реле.

Тема 3. Системи захисту від просковзування коліс.

Захист від буксування коліс транспортних засобів. Пристрої виявлення і припинення буксування колісних пар. Схеми виявлення буксування при послідовно з'єднаних двигунах. Схеми виявлення буксування за різницею струмів. Схеми виявлення буксування за різницею частот обертання колісних пар. Схеми виявлення буксування по прискоренню колісної пари. Вузли припинення буксування. Протибуксовочний пристрій, який впливає на з'єднану масу транспортного засобу.

Тема 4. Високовольтні схеми транспортних засобів. Принципи проектування. Схеми керування тяговими електричними двигунами.

Схема керування тяговими електричними двигунами з використанням активних опорів. Схема керування тяговими електричними двигунами з використанням одно операційних тиристорів. Схема керування тяговими електричними двигунами з використанням GTO тиристорів та IGBT транзисторів. Принципи проектування схем транспортних засобів.

Індивідуальне завдання:

- Контрольна робота на тему: «Розрахунок схем керування при імпульсному регулюванні напруги та ослаблення магнітного потоку ТЕД» (для заочної форми навчання);
- Курсовий проект «Розрахунок електричного обладнання транспортних засобів» (для усіх форм навчання).

3. Рекомендована література

2. Туревский И.С. Электрооборудование автомобилей / И.С. Туревский, В.Б. Соков, Ю.Н. Калинин. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М., 2005. – 368 с.
3. Роговцев В.Л. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств / В.Л. Роговцев, А.Г. Пузанков, В.Д. Олдфилд. – М.: Транспорт, 2000. – 368 с.
4. Соснин Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей / Д.А. Соснин. – М.: СОЛОН-Р, 2001. – 272 с.
5. Стуканов В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобилія / В.А. Стуканов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 368 с.
6. Стуканов В.А. Устройство автомобилей / В.А. Стуканов, К.Н. Леонтьева. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – 496 с.
7. Ефремов И.С. Теория и расчет электрооборудования подвижного состава ГЭТ / И.С. Ефремов, В.Г. Косарев. – М.: Высшая школа, 1976. – 479 с.
8. Пролыгин А.П. Электрооборудование подвижного состава городского электрифицированного транспорта / А.П. Пролыгин, А.А. Рабинович. – М.: Энергия, 1973. – 352 с.
9. Корягина Е.Е. Электрооборудование трамваев и троллейбусов / Е.Е. Корягина, О.А. Коськин. – М.: Транспорт, 1982. – 296 с.
10. Ефремов И.С. Теория и расчет троллейбусов (электрическое оборудование) / И.С. Ефремов, В.Г. Косарев. – М.: Высшая школа, 1981. – 294 с.
11. Тихменев Б.Н. Подвижный состав электрифицированных железных дорог / Б.Н. Тихменев, Л.М. Трахтман. – М.: Транспорт, 1980. – 471 с.
12. Гаврилов Я.И. Вагоны метрополитена с импульсными преобразователями / Я.И. Гаврилов, В.А. Мнацаканов. – М.: Транспорт, 1986 – 230 с.
13. Електричне обладнання транспортних засобів: Конспект лекцій для студентів 3-4 курсів денної форми навчання напряму підготовки 0922 (6.050702) – «Електромеханіка» спеціальності «Електричні системи і комплекси транспортних засобів» (СТ) / В.П. Андрійченко, С.О. Закурдай; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; – Х.: ХНАМГ, 2009. – 137 с.
14. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисциплін "Електричне обладнання рухомого складу", "Електричне обладнання транспортних засобів" для студентів 3,4 курсів усіх форм навчання напряму підготовки 6.050702 – «Електромеханіка» та слухачів другої вищої освіти / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Уклад.: В.П. Андрійченко, С.О. Закурдай – Х.: ХНАМГ, 2012. – 71 с.
15. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін "Електричне обладнання рухомого складу", "Електричне обладнання транспортних засобів" для студентів 3,4 курсів усіх форм навчання напряму підготовки 6.050702 – «Електромеханіка» та слухачів другої

вищої освіти / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Уклад.: В.П.Андрійченко, С.О. Закурдай – Х.: ХНАМГ, 2012. – 102 с.

- 16.Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисциплін "Електричне обладнання рухомого складу", "Електричне обладнання транспортних засобів" для студентів 3,4 курсів усіх форм навчання напряму підготовки 6.050702 – «Електромеханіка» та слухачів другої вищої освіти / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Уклад.: В.П.Андрійченко, С.О. Закурдай – Х.: ХНАМГ, 2012. – 71 с.
- 17.Методичні вказівки до виконання самостійної роботи студентів з дисципліни «Електричне обладнання транспортних засобів» (для студентів 3,4 курсів усіх форм навчання підготовки 6.050702 – «Електромеханіка» спеціальності «Електричні системи і комплекси транспортних засобів») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: В. П. Андрійченко, С. О. Закурдай. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 28 с.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання:

1 модуль – залік.

2 модуль – іспит.

5. Засоби діагностики успішності навчання – комплекти тестових завдань для модульних робіт, індивідуальні завдання, теми контрольної роботи та курсового проекту, питання і задачі до іспиту.

АНОТАЦІЯ

Предметом вивчення навчальної дисципліни є функціонування і проектування електричного обладнання транспортних засобів при різних режимах роботи, а також застосування різних типів двигунів у якості тягових.

Метою викладання дисципліни є формування у студентів системи знань про кваліфіковану експлуатацію та проектування електричного обладнання транспортних засобів, удосконалення знання основних закономірностей його функціонування у режимах пуску та електродинамічного гальмування.

Основними *завданнями*, що мають бути вирішені в процесі викладання дисципліни, є теоретична та практична підготовка майбутніх спеціалістів з питань освоєння сучасного електрообладнання транспортних засобів, розуміння взаємодії усіх елементів транспортних засобів та його надійної експлуатації.

Дисципліна «Електричне обладнання транспортних засобів» є вибірковою навчальною дисципліною відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму 6.050702 «Електромеханіка» за переліком програми для підготовки спеціалістів спеціальності «Електричні системи і комплекси транспортних засобів».

АНОТАЦИЯ

Предметом изучения учебной дисциплины является функционирование и проектирование электрооборудования транспортных средств в различных режимах работы, а также применение различных типов двигателей в качестве тяговых.

Целью дисциплины является формирование у студентов системы знаний о квалифицированной эксплуатации и проектировании электрооборудования транспортных средств, совершенствование знания про основные закономерности его функционирования в режимах пуска и электродинамического торможения.

Основными задачами, которые должны быть решены в процессе изучения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка будущих специалистов по вопросам освоения современного электрооборудования транспортных средств, понимание взаимодействия всех элементов транспортных средств и их надежной эксплуатации.

Дисциплина «Электрическое оборудование транспортных средств» является выборочной учебной дисциплиной в соответствии с образовательно-профессиональной программы подготовки бакалавра направления 6.050702 «Электромеханика» по перечню программы для подготовки специалистов специальности «Электрические системы и комплексы транспортных средств».

ABSTRACT (ANNOTATION)

The object of study of the discipline is the function and design of electrical vehicles in various modes, as well as the use of various types of motors as traction.

The purpose of discipline is to develop students' knowledge of the system operation and design of qualified electrical vehicles, improving knowledge about the basic laws of its operation in the start mode and electrodynamic braking.

The main tasks that need to be addressed in the process of the discipline is the theoretical and practical training of future specialists in the development of modern electrical vehicles, understanding the interaction of all elements of the vehicles and their safe operation.

Discipline "Electrical equipment of vehicles" is a selective academic discipline in accordance with the educational and vocational training programs for bachelor direction 6.050702 "Electromechanics" on the list of programs for the training specialty "Electrical systems and complexes of vehicles."