Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.05.2025 17:29:47
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1f6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Передовая инженерная школа электротранспорта

УТВЕРЖДАЮ
Директор _____ /П.Итурралде/
«27» февраля 2025 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Транспорт и устойчивое развитие

Направление подготовки
**27.04.04. Управление в технических системах**

Профиль
**Высокоавтоматизированные транспортные средства**

Квалификация
**магистр**

Формы обучения
**очная**

Москва, 2025 г.

**Разработчик(и)**
Профессор,д.т.н. /С.С.Шадрин/



**Согласовано:**
Отдел организации
и управления учебным
процессом /Д.Т.Хамдамова/



Руководитель
образовательной программы /С.С.Шадрин/
профессор,д.т.н.



# Содержание


1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
3. Структура и содержание дисциплины ..... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ..... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ..... 5
3.3 Содержание дисциплины ..... 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 7
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ..... 7
4.2 Основная литература ..... 7
4.3 Дополнительная литература ..... 8
4.4 Электронные образовательные ресурсы ..... 9
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 9
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 9
5. Материально-техническое обеспечение ..... 9
6. Методические рекомендации ..... 9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 9
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 10
7. Фонд оценочных средств ..... 11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ..... 11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ..... 11
7.3 Оценочные средства ..... 12

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Транспорт и устойчивое развитие» следует отнести:

— подготовка студентов к самостоятельной деятельности в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 01.04.02. «Управление в технических системах», профиль подготовки «Высокоавтоматизированные транспортные средства».

К **основным задачам** освоения дисциплины «Транспорт и устойчивое развитие» следует отнести:

— формирование представления о комплексе эксплуатационных свойств, определяющих особенности функционирования электрических транспортных средств, их систем и агрегатов;

— освоение общих принципов и особенностей методик математического описания указанных свойств;

— формирование навыков получения на базе изученных методик конкретных данных об эксплуатационных свойствах электрических транспортных средств, их систем, агрегатов и влияние на них различных конструктивных и внешних факторов.

Обучение по дисциплине «Транспорт и устойчивое развитие» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование компетенций | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, осуществляет её декомпозицию и определяет связи между ее составляющими.<br>ИУК-1.2. Определяет противоречивость и пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, а также критически оценивает релевантность используемых информационных источников.<br>ИУК-1.3. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов с учетом оценки существующих рисков и возможностей их минимизации. |
| ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом инженерных продуктов с учетом | ИОПК – 3.1 Знает конструкции и планирование разработки конструкций АТС и их компонентов; |

| | |
|---|---|
| экономических, экологических и социальных ограничений | ИОПК – 3.2 Умеет планировать разработку конструкций АТС и их компонентов; ИОПК- 3.3. Владеет практическими навыками планирования конструкций компонентов. |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к числу факультативных дисциплин блока Б4. «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

– Математическое моделирование рабочих процессов автомобиля.
– Цифровые технологии в автомобилестроении.
– Системы управления движением электрических транспортных средств.
– Математическое моделирование рабочих процессов автомобиля.

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (36 часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 3 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **36** | 36 |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | | 18 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | | |
| 1.3 | Лабораторные занятия | | 18 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | | |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Экзамен | | |
| | **Итого** | **36** | |

### 3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ ические занятия | Лабораторные занятия | Практическая одготовка | |
| | Раздел 1. | | | | | | |
| 1.1 | История разработки и производства электрических транспортных средств. Основные понятия и определения. | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| 1.2 | Требования к электрооборудованию электрических транспортных средств. Внешние воздействующие факторы | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| 1.3 | Транспортные средства с комбинированной энергоустановкой | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| 1.4 | Общие вопросы теории электрических машин | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| 1.5 | Асинхронный тяговый электрический двигатель | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| | Раздел 2. | | | | | | |
| 2.1 | Синхронный тяговый электрический двигатель | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| 2.2 | Управление и динамика электропривода | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| 2.3 | Принципы работы топливных элементов и технологий. | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| 2.4 | Применение топливных элементов в гибридном источнике энергии. | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| | **Итого** | **36** | **18** | | **18** | **-** | **-** |

### 3.3 Содержание дисциплины

3.1.Лекционный материал

**Тема 1. История разработки и производства электрических транспортных средств.** Основные понятия и определения.

**Тема 2.** Требования к электрооборудованию электрических транспортных средств. Внешние воздействующие факторы

**Тема 3.** Транспортные средства с комбинированной энергоустановкой

**Тема 4.** Общие вопросы теории электрических машин

**Тема 5.** Асинхронный тяговый электрический двигатель

**Тема 6.** Синхронный тяговый электрический двигатель

**Тема 7.** Управление и динамика электропривода

**Тема 8.** Принципы работы топливных элементов и технологий.

**Тема 9.** Применение топливных элементов в гибридном источнике энергии.

Курсовой проект не предусмотрен по учебному плану

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 59102-2020 «Электромобили и автомобильные транспортные средства с комбинированными энергоустановками» Термины и определения.
2. ГОСТ Р 59127-2020 «Электромобили и автомобильные транспортные средства с комбинированными энергоустановками» Идентификация.

### 4.2 Основная литература

1. Нагайцев, М. В. АТС с комбинированными энергоустановками (КЭУ) / М. В. Нагайцев, А. А. Эйдинов. – М. : Экология машиностроения, 2014. – 442 с.
2. Нагайцев, М. В. Электромобили / М. В. Нагайцев, А. А. Эйдинов. – М. : Экология Машиностроения, 2014. – 515 с.
3. Ефремов И.С. Теория и расчёт тягового электропривода электромобилей. Учеб.пособие для вузов по спец. «Городской электрический транспорт» и «Электрическая тяга и автоматизация тяговых устройств» / под ред. – И.С. Ефремова. М. : Высшая школа, 1984. - 383 с.
4. Златин, П. А. Электромобили и гибридные автомобили / П. А. Златин, В. А. Кеменов, И. П. Ксеневич. – М. : Агроконсалт, 2004. – 416 с..
5. Богданов, К.Л. Основы тягового электропривода: учеб пособие/ К.Л. Богданов−М. : МАДИ. - 2009, 57 с.
6. Конструкции современных транспортных средств на электрической тяге / К.Е. Карпухин, Р.Х. Курмаев. М: ФГУП «НАМИ», 2019 г. – 196 с.

7. Jiquan Wang, Battery electric vehicle energy consumption modelling, testing and prediction: a practical case study. PhD thesis, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, the Netherlands, 2016.
8. Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles : fundamentals, theory, a. design / Mehrdad Ehsani [et al.]. - Boca Raton [etc.] : CRC press, cop. 2005. - 395 с.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Ксеневич, И.П. Идеология проектирования электромеханических систем для гибридной мобильной техники / И.П. Ксеневич, Д.Б. Изосимов// Тракторы и сельско-хозяйственные машины. – 2007. – №1.
2. Вольдек, А.И. Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов. – СПб.: Питер, 2010. – 350 с.
3. Копылов, И.П. Электрические машины: учебник для вузов /И.П. Копылов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 360 с.
4. Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин: учеб. для вузов / И.П. Копылов. – М.: Высшая школа, 2001. – 327 с.
5. Строганов В.И. Математическое моделирование основных компонентов силовых установок электромобилей и автомобилей с КЭУ: учеб. пособие / В.И. Строганов, К.М. Сидоров. – М.: МАДИ, 2015. – 100 с.
6. Овчинников, И. Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность) / И. Е Овчинников : Курс лекций. - СПб. : КОРОНА-Век, 2006. - 336 с.
7. Бекишев Р.Ф. Общий курс электропривода: учебное пособие / Р.Ф. Бекишев, Ю.Н. Дементьев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд_во Томского политехнического университета, 2010. – 302 с.
8. Васильев Б. Ю. Электропривод. Энергетика электропривода. Учебник. – М.: СОЛОН-Пресс, 2015. – 268 с.
9. Анучин А.С. Системы управления электроприводом: учебник для вузов. – М. : Издательский дом МЭИ , 2015 – 373 с.
10. Калачев Ю.Н. Векторное регулирование (заметки практика) / Ю.Н. Калачев: Методическое пособие. М.: ЭФО, 2013. – 63 с. http://privod.news/files/kniga_www_3.pdf

11. Беспалов В.Я. Электрические машины: учеб. Пособие для студенетов высш. учебных заведений / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. 320 с.
12. Анопченко, В.Г. Практикум по теории движения автомобиля [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Красноярск : СФУ, 2013. — 116 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/64569. — Загл. с экрана.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
2. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
3. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Office / Российский пакет офисных программ

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1 http://rushim.ru/books/electrochemistry/electrochemistry.htm - электронная библиотека
2. http://www.ise-online.org International Society of Electrochemistry
3. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)
4. СДО Московского Политеха

## 5. Материально-техническое обеспечение

Специализированные аудитории «Передовая инженерная школа»: АВ4701 и АВ4710 оснащенные проектором, экраном, ПЭВМ.

## 6. Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекции и лабораторные занятия. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение лабораторных занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекционные занятия. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, ответить на вопросы.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться лабораторной работой. Темы задач, предлагаемых студентам для решения на практических занятиях, должны быть максимально приближены к темам последних лекций по данной дисциплине. В связи с указанным, целесообразен тесный контакт лектора с преподавателями, ведущими лабораторные занятия.

Изучение дисциплины завершается экзаменом. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий экзамен, лично несёт ответственность за правильность выставления оценки.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические средства».

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов устройства транспортных средств, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины. Самостоятельная работа студентов направлена на изучение теоретического материала, подготовку к

лекционным, лабораторным, семинарским (практическим) занятиям; выполнение контрольных заданий.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачами самостоятельной работы студента являются:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и/или экзамену.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с технической литературой. Научиться работать с технической литературой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с технической литературой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное усвоить и применить на практике.

## 7. Фонд оценочных средств

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

-подготовка к лабораторным занятиям и выполнение и защита их;

- выполнение контрольных заданий, в виде тестов.

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

На подготовку ответа студенту отводится 40 минут. Ответ содержит две части: ответ на теоретический вопрос и подготовка аннотации по тексту объемом 1000 знаков. Ответ оценивается как «зачтено» либо «не зачтено». Оценка «зачтено» означает, что компетенции освоены, «не зачтено» - компетенции не освоены.

| **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на другие конструкции. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на другие конструкции. |

### 7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Примерные темы рефератов:

1. История разработки и производства электрических транспортных средств. Основные понятия и определения.
2. Требования к электрооборудованию электрических транспортных средств. Внешние воздействующие факторы
3. Транспортные средства с комбинированной энергоустановкой
4. Электродвигатели
5. Общие вопросы теории электрических машин
6. Асинхронный тяговый электрический двигатель
7. Синхронный тяговый электрический двигатель
8. Электропривод
9. Управление и динамика электропривода

10. Динамика электропривода
11. Топливные элементы
12. Принципы работы топливных элементов и технологий.

7.3.2. Промежуточная аттестация

| № п.п. | Вопрос | Эталонный ответ |
|---|---|---|
| 1. | Какие внешние воздействующие факторы влияют на электрооборудование электрических транспортных средств? | На работу электрооборудования электрических транспортных средств влияют: механические, термические, климатические, химические, электрические (электромагнитные) факторы. На полноту и степень воздействия этих факторов оказывают влияние: место и условия размещения на ТС, условия эксплуатации, условия использования (по каким дорогам, в какое время суток), тип транспортного средства (дорожное, внедорожное), напряжение электрической сети. |
| 2. | В чем проявляются механические воздействующие факторы? | Механические воздействующие факторы проявляются в виде вибраций и ударов со стороны остальных элементов ТС и внешних устройств, и объектов. |
| 3. | В чем проявляются химические воздействующие факторы? | Химические воздействующие факторы проявляются в виде воздействия химических веществ и соединений (масла, охлаждающая жидкость, жидкость ГУР, моющие средства, кислоты, щелочи, озон), а также длительного воздействия соляного тумана (дорожные реагенты, атмосфера приморских районов). |
| 4. | В чем заключается термическое и климатическое воздействие на электрооборудование? | Термическое и климатическое воздействие заключается в воздействии максимальных, минимальных температур окружающей среды, резких изменений температуры, плавное изменение температуры, влажности, холодной воды. |
| 5. | В чем заключается электрическое воздействие на | Электрическое воздействие на электрооборудование заключается в перенапряжениях, изменении полярности питания, резкому отключению питания с |

| | | |
|---|---|---|
| | электрооборудование? | последующим восстановлением, постепенному снижения напряжения, пульсации напряжения и тд.. |
| 6. | Какие электрические цепи относятся к классу напряжений А и В | Цепи с максимальным рабочим напряжением меньше среднеквадратического значения напряжения переменного тока 30 В или постоянного тока 60 В относятся к классу А, свыше 30 В, но не более 1000 В переменного тока и свыше 60, но не более 1500 В постоянного тока – классу В. |
| 7. | Для защиты от какого контакта применяют проводники выравнивания потенциалов? | Проводники выравнивания потенциалов применяют для защиты от косвенного контакта с потенциально проводящими частями, которые могут попасть под напряжение. |
| 8. | Какое устройство используется для контроля состояния изоляции и как оно работает? | Для контроля состояния изоляции применяют устройство контроля изоляции, которое осуществляет измерение сопротивления изоляции. Устройство позволяет контролировать несимметричное (один полюс) снижение сопротивления изоляции или несимметричное замыкание полюса на корпус. |
| 9. | Какое сопротивление изоляции считается безопасным? | Безопасным считается сопротивление не ниже чем 500 Ом/В |
| 10. | Какое сопротивление долен иметь проводник выравнивания потенциалов? | Проводник выравнивания потенциалов должен иметь сопротивление не более 0,2 Ом при проверке током не менее 0,1 А. |
| 11. | Что применяют для повышения электробезопасности в | Для повышения электробезопасности в установках до 1000 В применяют двойную (основную и дополнительную) или усиленную изоляцию токоведущих частей. |

| | | |
|---|---|---|
| | электроустановках ? | |
| 12. | За какое время должны разрядиться конденсаторы высоковольтного электрооборудования? | По глобальным нормам электробезопасности конденсаторы должны разрядиться до напряжения не более 60В или до уровня запасенной энергии не выше 0,2 Дж за время 1 сек. (допускается до 3 сек с применением мер исключающих прямой контакт с токоведущими частями). |
| 13. | За счет чего у синхронно-реактивных двигателей получается получить больший крутящий момент по сравнению с синхронными? | За счет различной индуктивности обмотки электродвигателя по осям d и q. По оси d индуктивность обмотки выше, что позволяет реализовать реактивную добавку крутящего момента. |
| 14. | Для каких целей выполняется скос полюсов ротора электродвигателя? | Скос полюсов выполняется с целью улучшения распределения поля в воздушном зазоре машины, снижения гармонических составляющих и приближения формы поля к синусоидальной. |
| 15. | Почему ЭДС реального электродвигателя никогда не может достичь максимального теоретического значения? | Это обусловлено реальной конструкцией двигателя: из-за распределения катушек по разным пазам в катушечной группе, из-за неравенства шага витка зубцовому делению, из-за скоса полюсов и пазов. Данные конструктивные мероприятия делаются с целью улучшения гармонического состава. |
| 16. | Какие основные параметры постоянного магнита применяемого в электродвигателе? | Максимальное энергетическое произведение, остаточная индуктивность, коэрцетивная сила, температура размагничивания. |

| | | |
|---|---|---|
| 17. | Для чего применяют шихтованные конструкции ротора и статора электродвигателя? | Для снижения переменных потерь в электродвигателе связанные с наведением токов Фуко и перемагничиванием материала. |
| 18. | От чего зависят постоянные потери в электродвигателе | Постоянные потери зависят от тока статора электродвигателя и от сопротивления обмотки. |
| 19. | От чего зависят переменные потери в электродвигателе? | В первом приближении потри зависят: от электрической частоты машины, индукции магнитного поля в воздушном зазоре, от частоты вращения ротора, от синусоидальности (гармонический состав) магнитного поля, т.е. от конструкции. |