Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.05.2025 17:12:43
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b34

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
Электрические машины

Направление подготовки
23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль
Электрифицированные транспортные средства

Квалификация
магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Преподаватель,
без учёной степени  /А.А.Ноздрюхин/

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

Руководитель
образовательной программы
доцент, к.т.н.  /А.В.Климов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
   - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 6
   - 3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
   - 3.3 Содержание дисциплины 7
   - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
   - 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
   - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы 8
   - 4.2 Основная литература 8
   - 4.3 Дополнительная литература 9
   - 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 10
   - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
   - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 11
7. Фонд оценочных средств 12
   - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
   - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
   - 7.3 Оценочные средства 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Электрические машины» следует отнести:

- реализация основной образовательной программы (ООП) по специальности 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», направленность 23.04.02.01 «Электрифицированные транспортные средства»;

- формирование у обучающихся знаний об устройстве и методах проектирования современных электрических машинах, применяемых в тяговом электроприводе электромобилей;

- подготовка студентов к самостоятельной деятельности в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», профиль подготовки 23.04.02.01 «Электрифицированные транспортные средства».

К **основным задачам** освоения дисциплины «электрические машины» следует отнести:

- формирования общих знаний по теории электрических машин, их устройству и принципу работы;

- формирование представления об тенденциях развития современных тяговых электродвигателей;

- освоение методов проектирования современных тяговых электродвигателей.

Обучение по дисциплине «Электрические машины» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-1. Способен проводить конструкторское сопровождение производства и испытаний АТС и их компонентов	ИПК - 1.1 Знает конструктивные особенности современных электрических машин и трансформаторов; ИПК - 1.2 Знает конструкционные и электротехнические материалы, применяемые при создании электрических машин и трансформаторов; ИПК-1.3. Знает основные эксплуатационные показатели различных типов трансформаторов и электрических машин; ИПК-1.4. Знает основы применения оборудования на объектах профессиональной деятельности;

	ИПК-1.5. Знает основные характеристики оборудования объектов профессиональной деятельности; ИПК-1.6. Умеет оценивать уровень параметров и характеристик различных типов электрических машин и трансформаторов; ИПК-1.7. Умеет собирать и настраивать простейшие электронные схемы основных функциональных узлов; рассчитывать параметры электрических схем; ИПК-1.8. Умеет эффективно использовать современные аналоговые и цифровые средства измерительной техники; ИПК-1.9. Владеет основными принципами, законами и правилами электромеханики, основными законами теории теплопередачи и охлаждения, твердыми знаниями в области конструкционных и электротехнических материалов; ИПК-1.10. Владеет методами выбора контрольно-измерительных приборов для измерений, моделирования работы электронных схем; ИПК-1.11. Владеет методами эффективного использования современных аналоговых и цифровых средств измерительной техники.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрические машины» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы магистратуры.

«Электрические машины» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Математическое моделирование рабочих процессов автомобиля.
- Цифровые технологии в автомобилестроении.
- Системы управления движением электрических транспортных средств.
- Основы разработки и тестирования алгоритмов управления электрических транспортных средств.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 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**	**54**	54
	В том числе:		
1.1	Лекции		18
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия		36
2	**Самостоятельная работа**	**162**	162
3	**Промежуточная аттестация**		
	Экзамен		
	Итого	**216**	

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/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Трансформаторы	32	4	-	6	-	22
2	Вращающиеся электрические машины (электродвигатели и генераторы).	32	4	-	6	-	22
3	Общие вопросы теории вращающихся электрических машины переменного тока	32	4	-	6	-	22
4	Асинхронный тяговый электродвигатель	28	2	-	6	-	40
5	Синхронный тяговый электродвигатель	28	2	-	6	-	40
6	Тенденции развития современных тяговых электродвигателей	28	2	-	6	-	20

Итого	**216**	**18**	**-**	**36**	**-**	**162**

3.3 Содержание дисциплины

1. Трансформаторы

Материалы применяемы в электромашиностроении, типы и конструкции трансформаторов. Закон электромагнитной индукции. Процессы, протекающие в однофазном трансформаторе при холостом ходе и под нагрузкой. Основные уравнения, векторная диаграмма и схема замещения трансформатора. Потери в трансформаторах.

2. Вращающиеся электрические машины (электродвигатели и генераторы).

Назначение вращающихся электрических машин. Виды вращающихся электрических машин: постоянного тока, переменного тока, асинхронные, синхронные с электромагнитным возбуждением и с постоянными магнитами, синхронные реактивные, шаговые, гистерезисные.

3. Общие вопросы теории вращающихся электрических машины переменного тока.

Назначение и конструкции машин переменного тока. Обмотки машин переменного тока. Общая характеристика обмоток. Понятие об электрическом градусе. Классификация обмоток машин переменного тока. Принципы построения обмоток машин переменного тока. Поля рассеяния и индуктивные сопротивления обмоток машин переменного тока. ЭДС и МДС обмоток машин переменного тока. Вращающееся магнитное поле.

4. Асинхронный тяговый электродвигатель.

Принцип действия асинхронного электродвигателя. Конструкция и материалы. Требования к материалам. Особенности выбора материалов. Основные уравнения и векторная диаграмма. Схема замещения асинхронной электрической машины. Энергетическая диаграмма двигателя, потери и КПД. Электромагнитный момент и механическая характеристика двигателя. Рабочие характеристики двигателя. Расчет и выбор основных конструктивных элементов двигателя.

5. Синхронный тяговый электродвигатель

Принцип действия синхронного электродвигателя. Конструкция и материалы. Системы возбуждения. Способы охлаждения. Основные уравнения и векторная диаграмма. Схема замещения. Энергетическая диаграмма, потери и КПД. Угловая характеристика. Реактивный момент. Тяговые характеристики. Расчет и выбор основных конструктивных элементов двигателя.

6. Тенденции развития современных тяговых электродвигателей

Конструкции роторов и статоров. Системы охлаждения. Современные материалы. Методики проектирования.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы подразумевают расчет асинхронного и синхронного тяговых электродвигателей с применением программы конечно-элементного анализа Ansys Motor-cad.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Отсутствуют курсовые проекты согласно учебному плану

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 2582-2013 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ ТЯГОВЫЕ Общие технические условия

ГОСТ 2582-2013. Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия

4.2 Основная литература

1. Беспалов В.Я. Электрические машины: учеб. Пособие для студенетов высш. учебных заведений / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. – М. : Издательский центр «Акадеямия», 2006. 320 с.
2. Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин: учеб. для вузов / И.П. Копылов. – М.: Высшая школа, 2001. – 327 с.
3. Вольдек, А.И. Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов. – СПб.: Питер, 2010. – 350 с.
4. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины в 2-х т. Том 1: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 656 с., ил.

5. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины в 2-х т. Том 2: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 532 [4] с.: ил.

4.3 Дополнительная литература

1. Design of brushless permanent-magnet machines. Published in the USA by Motor Design Books LLC 102 Triano Circle, Venice, Florida 34292,USA. J.R. Hendershot and T.J.E. Miller,2010.

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. Программное обеспечение Ansys Motor-CAD для проектирования электрических машин
2. Office / Российский пакет офисных программ

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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 практической работой. Темы задач, предлагаемых студентам для решения на лабораторных 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.

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, 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 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 и выполнение лабораторных работ.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Описание
Отлично	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 новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль подразумевает выполнение лабораторных работ асинхронного и синхронного тяговых электродвигателей с применением программы конечно-элементного анализа Ansys Motor-cad.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену:

1. Материалы применяемы в электромашиностроении.
2. Типы и конструкции трансформаторов.
3. Назначение вращающихся электрических машин.
4. Виды вращающихся электрических машин.
5. Назначение и конструкции машин переменного тока.
6. Обмотки машин переменного тока.
7. Общая характеристика обмоток. Понятие об электрическом градусе.
8. Классификация обмоток машин переменного тока.
9. Принципы построения обмоток машин переменного тока.
10. Поля рассеяния и индуктивные сопротивления обмоток машин переменного тока.
11. ЭДС и МДС обмоток машин переменного тока.
12. Вращающееся магнитное поле.
13. Принцип действия асинхронного электродвигателя.
14. Конструкция и материалы асинхронного электродвигателя.
15. Требования к материалам. Особенности выбора материалов.
16. Основные уравнения и векторная диаграмма.
17. Схема замещения асинхронной электрической машины.
18. Энергетическая диаграмма двигателя, потери и КПД.
19. Электромагнитный момент и механическая характеристика двигателя.
20. Рабочие характеристики двигателя.
21. Расчет и выбор основных конструктивных элементов двигателя.
22. Принцип действия синхронного электродвигателя.
23. Конструкция и материалы синхронного электродвигателя.
24. Системы возбуждения синхронного электродвигателя.
25. Способы охлаждения синхронного электродвигателя.
26. Основные уравнения и векторная диаграмма синхронного электродвигателя.
27. Схема замещения синхронной электрической машины.

28. Энергетическая диаграмма, потери и КПД синхронной электрической машины я.
29. Угловая характеристика синхронной электрической машины.
30. Реактивный момент синхронной электрической машины.
31. Тяговые характеристики синхронной электрической машины.
32. Расчет и выбор основных конструктивных элементов двигателя.
33. Конструкции роторов и статоров.
34. Системы охлаждения роторов и статоров.
35. Современные материалы для роторов и статоров.
36. Методики проектирования роторов и статоров.