Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.08.2026 15:20:36
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735228dc63

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

Передовая инженерная школа технологического лидерства «FDR»

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /П.Итурралде /
«26» февраля 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Конструкция систем и агрегатов электрических транспортных средств

Направление подготовки
23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль
Электрифицированные транспортные средства

Квалификация
магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):



/К.В. Дудов/

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 5
   - 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 7
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 8
   - 4.2. Основная литература 8
   - 4.3. Дополнительная литература 8
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 10
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 10
5. Материально-техническое обеспечение 10
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 «Конструкция систем и агрегатов электрических транспортных средств» 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 о конструкции современных электрических транспортных средств, тенденции их развития, принципах работы и технических характеристиках узлов и агрегатов электрических транспортных средств;

— 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 «Конструкция систем и агрегатов электрических транспортных средств» следует отнести:

— изучение основ конструкции, особенностей конструкций, а также конструкционных материалов электрических транспортных средств;

— изучение особенностей эксплуатации электрических транспортных средств;

— изучение основных технико-эксплуатационных свойств, оценочных показателей и характеристик электрических транспортных средств.

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-1. Способен ставить и решать научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей с учетом последних достижений науки и техники	ИОПК-1.1 Знает математические модели, описывающие работу электропривода, накопителей энергии и трансмиссии электрических транспортных средств, современные достижения науки и техники в данной области нормативно правовых документов; ИОПК-1.2 Умеет ставить и решать научно-технические задачи расчёта и обоснования параметров систем и агрегатов электрических транспортных средств с использованием математических моделей электрических транспортных средств; ИОПК-1.3. Владеет навыками решения расчётно-конструкторских задач в области проектирования агрегатов электрических транспортных средств

ОПК-5. Способен применять инструментарий формализации научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов	ИОПК-5.1. Знает инструментарий формализации задач конструирования агрегатов ЭТС, состав и функциональные возможности прикладного программного обеспечения (CAD/CAE) ИОПК-5.2. Умеет применять прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и агрегатов электрических транспортных средств ИОПК-5.3. навыками практической работы в CAD/CAE-системах при проектировании конструкции систем и агрегатов электрических транспортных средств

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструкция систем и агрегатов электрических транспортных средств» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части базового цикла (Б1.1) основной образовательной программы магистратуры по специальности 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», профиль подготовки 23.04.02.01 «Электрифицированные транспортные средства».

Дисциплина «Конструкция систем и агрегатов электрических транспортных средств» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части базового цикла (Б1.1):

Математическое моделирование рабочих процессов автомобиля;

Функциональная безопасность транспортных средств;

Разработка электрифицированных транспортных средств;

Системы управления движением электрических транспортных средств.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, т.е. 180 академических 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
			1
1	**Аудиторные занятия**	**48**	48
	В том числе:		
1.1	Лекции		16
1.2	Семинарские/практические занятия		32
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**132**	132
3	**Промежуточная аттестация**		
	Экзамен		
	Итого	**180**	

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	Общая структура и классификация электрических транспортных средств.	16	2	2	-	-	12
2	Конструкция тяговых электрических машин	14	2	4	-	-	16
3	Конструкция силовых преобразователей и систем управления электроприводом.	16	2	4	-	-	16
4	Конструкция накопителей энергии (тяговые батареи).	14	2	6	-		18
5	Конструкция трансмиссии электрических транспортных средств	14	2	4	-		14
6	Компоновочные решения и конструкция кузова/шасси электромобиля	18	2	4	-	-	16
7	Системы термоменеджмента электрических транспортных средств.	16	2	4	-	-	16
8	Системы зарядки и вспомогательные приводы электромобиля		2	4			14

Итого	**180**	16	**32**	-	-	**132**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Общая структура и классификация электрических транспортных средств. Рассматривается классификация электрических транспортных средств (аккумуляторные электромобили, гибридные, подключаемые гибридные, транспортные средства на топливных элементах). Изучаются общие принципы компоновки электрических транспортных средств и их отличия от автомобилей с традиционной силовой установкой. Анализируются основные системы и агрегаты, составляющие электрическое транспортное средство. Обсуждаются требования к массогабаритным характеристикам и распределению массы. Рассматриваются современные тенденции развития конструкции электрических транспортных средств.

Тема 2. Конструкция тяговых электрических машин. Изучается конструкция асинхронных, синхронных с постоянными магнитами и вентильно-индукторных тяговых электрических машин. Рассматриваются конструктивные элементы электрической машины (статор, ротор, обмотки, система охлаждения). Анализируется влияние конструктивного исполнения на массогабаритные и энергетические показатели машины. Обсуждаются требования к системе охлаждения тяговой электрической машины. Рассматриваются критерии выбора конструкции электрической машины для конкретного типа транспортного средства.

Тема 3. Конструкция силовых преобразователей и систем управления электроприводом. Рассматривается конструктивное исполнение силовых инверторов и преобразователей, применяемых в электроприводе. Изучаются компоновочные решения размещения силовой электроники в конструкции электрического транспортного средства. Анализируются требования к охлаждению и электромагнитной защите силовых преобразователей. Обсуждаются конструктивные решения по интеграции силовой электроники с электрической машиной (в том числе интегрированные приводные модули). Рассматриваются примеры конструкций силовых преобразователей современных электромобилей.

Тема 4. Конструкция накопителей энергии (тяговые батареи). Изучается конструкция аккумуляторных ячеек, модулей и батарейных сборок, применяемых в электрических транспортных средствах. Рассматриваются компоновочные решения размещения тяговой батареи в структуре транспортного средства (в полу, под сиденьями, интегрированно в шасси). Анализируются конструктивные требования к защите батареи от механических повреждений. Обсуждаются вопросы обеспечения герметичности и электробезопасности батарейной сборки. Рассматриваются современные конструктивные решения (структурные батареи, интеграция батареи в силовую структуру кузова).

Тема 5. Конструкция трансмиссии электрических транспортных средств. Рассматриваются особенности конструкции трансмиссии электрических транспортных средств (одноступенчатый редуктор, многоступенчатые трансмиссии, мотор-колёса). Изучаются конструктивные решения по интеграции электрической машины с редуктором. Анализируются требования к прочности и надёжности элементов трансмиссии электромобиля. Обсуждаются особенности конструкции полноприводных систем с несколькими электрическими машинами. Рассматриваются критерии выбора конструкции трансмиссии для различных типов электрических транспортных средств.

Тема 6. Компоновочные решения и конструкция кузова/шасси электромобиля. Изучаются особенности компоновки электрического транспортного средства, обусловленные отсутствием традиционного двигателя и топливного бака. Рассматриваются конструктивные решения платформ, специально разработанных для электромобилей (skateboard-платформа). Анализируется влияние размещения тяговой батареи на конструкцию кузова и распределение масс. Обсуждаются требования пассивной безопасности применительно к конструкции электромобиля. Рассматриваются примеры современных платформенных решений электрических транспортных средств.

Тема 7. Системы термоменеджмента электрических транспортных средств. Рассматривается назначение и конструкция систем термоменеджмента, обеспечивающих тепловой режим тяговой батареи, электрической машины и силовой электроники. Изучаются типы систем охлаждения (воздушное, жидкостное,

хладагентное) и их конструктивное исполнение. Анализируется интеграция системы термоменеджмента с системой отопления/кондиционирования салона. Обсуждаются конструктивные решения по повышению энергоэффективности системы термоменеджмента. Рассматриваются современные подходы к единой (интегрированной) системе термоменеджмента электромобиля.

Тема 8. Системы зарядки и вспомогательные приводы электромобиля. Изучается конструкция бортовых зарядных устройств и разъёмов для зарядки электрического транспортного средства (переменного и постоянного тока). Рассматриваются конструктивные требования к вспомогательным электроприводам (усилитель руля, тормозная система, компрессор кондиционера). Анализируются особенности конструкции низковольтной бортовой сети электромобиля. Обсуждаются вопросы электробезопасности при эксплуатации и зарядке электрического транспортного средства. Рассматриваются перспективные конструктивные решения в области беспроводной зарядки.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

Тема 1. Анализ компоновочных решений электрических транспортных средств. Обучающиеся анализируют компоновочные схемы различных типов электрических транспортных средств на основе технической документации существующих моделей. Обсуждаются достоинства и недостатки различных компоновок. Формируется отчёт по результатам сравнительного анализа.

Тема 2. Расчёт и анализ конструктивных параметров тяговой электрической машины. Обучающиеся выполняют расчёт основных геометрических и электромагнитных параметров тяговой электрической машины для заданных требований по мощности и моменту. Анализируется влияние конструктивного исполнения на массогабаритные показатели. Составляется отчёт с результатами расчёта.

Тема 3. Проектирование компоновки силового преобразователя. Обучающиеся разрабатывают эскизную компоновку размещения силового преобразователя в моторном отсеке электрического транспортного средства. Проводится анализ

требований к охлаждению и электромагнитной защите. Составляется отчёт с разработанным решением.

Тема 4. Проектирование компоновки батарейной сборки в структуре кузова. Обучающиеся разрабатывают эскизную компоновку размещения тяговой батареи в структуре кузова электромобиля с учётом требований безопасности и развесовки. Проводится расчёт влияния размещения батареи на положение центра масс. Составляется отчёт с разработанной компоновкой.

Тема 5. Расчёт и выбор параметров трансмиссии электрического транспортного средства. Обучающиеся выполняют расчёт передаточного числа редуктора для заданных характеристик электрической машины и требований к динамике движения. Анализируется целесообразность применения многоступенчатой трансмиссии. Составляется отчёт с результатами расчёта.

Тема 6. Анализ и проектирование платформенного решения электромобиля. Обучающиеся анализируют существующие skateboard-платформы электромобилей и разрабатывают эскизную схему собственного платформенного решения для заданных требований технического задания. Составляется отчёт с разработанным решением.

Тема 7. Расчёт параметров системы термоменеджмента. Обучающиеся выполняют расчёт теплового баланса системы термоменеджмента электрического транспортного средства для заданных условий эксплуатации. Проводится выбор типа системы охлаждения. Составляется отчёт с результатами расчёта.

Тема 8. Проектирование конструкции системы зарядки электромобиля. Обучающиеся разрабатывают эскизную схему размещения бортового зарядного устройства и зарядного разъёма в конструкции электромобиля. Анализируются требования электробезопасности к разработанному решению. Составляется итоговый отчёт с разработанным решением.

Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Отсутствуют курсовые проекты согласно учебному плану

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

- ФГОС ВО по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» (уровень магистратуры);
- ГОСТ Р 51715-2017 «Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой. Общие технические требования»;
- ГОСТ IEC 61851 (все части) «Системы проводной зарядки электрических транспортных средств»;
- ГОСТ IEC 62660 (все части) «Аккумуляторы литий-ионные тяговые для электрических транспортных средств»;
- ГОСТ Р 50077-92 «Электрооборудование автомобилей и тракторов. Общие технические требования».

4.2 Основная литература

1. Проектирование полноприводных колесных машин: Учебник для вузов: П79 В 3 т. Т1 / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Г.И. Гладов и др.; под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Г.Э. Баумана, 2008. – 496 с.: ил.
2. Проектирование полноприводных колесных машин: Учебник для вузов: п79 в 3 т. Т. 2 / Б.А. Афанасьев, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.: Под ред. А.А. Полунгяна, - М. Изд-во МГТУ им, Н.Э. Баумана, 2008, - 528 с.: ил.
3. Проектирование полноприводных колесных машин: Учебник для вузов: п79 в 3 т. Т. 3 / Б.А. Афанасьев, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.: Под ред. А.А. Полунгяна, - М. Изд-во МГТУ им, Н.Э. Баумана, 2008, - 430 с.: ил.
4. Нагайцев, М. В. АТС с комбинированными энергоустановками (КЭУ) / М. В. Нагайцев, А. А. Эйдинов. – М. : Экология машиностроения, 2014. – 442 с.
5. Нагайцев, М. В. Электромобили / М. В. Нагайцев, А. А. Эйдинов. – М. : Экология Машиностроения, 2014. – 515 с.
6. Конструкции современных транспортных средств на электрической тяге / К.Е. Карпухин, Р.Х. Курмаев. М: ФГУП «НАМИ», 2019 г. – 196 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Силаев, Г. В. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник для вузов / Г. В. Силаев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 404 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07661-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/510091
2. Конструкция автомобилей: Раздел 2. Устройство шасси : учебное пособие / составитель А. М. Молодов. — пос. Караваево : КГСХА, 2018. — 61 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133564. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Учебное пособие по дисциплине “Конструкция автомобилей и тракторов” : учебное пособие / С. А. Синицкий, К. А. Хафизов, А. А. Нурмиев [и др.]. — Казань : КГАУ, 2019 — Часть 2 : Трансмиссия автомобилей и тракторов — 2019. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электроннобиблиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/202586. — Режим доступа: для авториз. пользователей. Дополнительная литература
4. Жолобов, Л. А. Устройство автомобилей категорий B и C : учебное пособие для вузов / Л. А. Жолобов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05936-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/492776 80
5. Сафиуллин, Р. Н. Эксплуатация автомобилей : учебник для вузов / Р. Н. Сафиуллин, А. Г. Башкардин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 204 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5- 534-07179-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/513289
6. Попов, И. В. Практикум по конструкции тракторов и автомобилей : учебное пособие / И. В. Попов, А. Н. Лисаченко, А. А. Петров. — Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2014. — 370 с. — ISBN 978-5-88838-838-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/134504. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Фоминых А.Б. Расчет на прочность и выносливость зубчатых колес агрегата трансмиссии. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 46 с.
8. Динамика колесных машин: учеб. пособие. – Ч. 1 / А.А. Полунгян, А.Б. Фоминых, Н.Н. Староверов; под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.

9. Гришкевич А.И. Проектирование трансмиссий автомобилей: справочник / А.И. Гришкевич. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.
10. Вольдек, А.И. Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов. – СПб.: Питер, 2010. – 350 с.
11. Копылов, И.П. Электрические машины: учебник для вузов /И.П. Копылов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 360 с.
12. 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.

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. 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 семинарские занятия. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение

практических 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, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической 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 практические занятия.

Изучение дисциплины завершается зачетом. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет, 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, 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 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 семинарским занятиям;

-беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п..

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания	Описание
Достаточный уровень «зачтено»	оценку «зачтено» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции, основы программирования, учебные задания вы
Минимальный уровень «не зачтено»	оценку «не зачтено» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции, основы программирования, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Примерные темы вопросов:

1. Общее устройство электрических и гибридных транспортных средств. Основные понятия и определения.
2. Транспортные средства с комбинированной энергоустановкой.
3. Основные схемы трансмиссий электротранспорта.
4. Подвеска автомобиля.
5. Основные типы несущих систем.
6. Типы рулевого привода.
7. Типы тормозных механизмов.
8. Принцип работы антиблокировочной системы.

7.3.2. Промежуточная аттестация

№ п.п.	Вопрос	Эталонный ответ
1	Назначение, классификация электромобилей и их обозначение.	BEV - Battery Electric Vehicle (Аккумуляторный электромобиль) Полностью электрический автомобиль, который использует только аккумуляторы для хранения электроэнергии и электродвигатели для передвижения. PHEV - Plug-in Hybrid Electric Vehicle (Заряжаемый гибрид) Электромобиль с двумя источниками энергии: электрическим аккумулятором и двигателем внутреннего сгорания (обычно на бензине). Может заряжаться от электрической сети. HEV - Hybrid Electric Vehicle (Гибридный электромобиль) Электромобиль, использующий как электродвигатели, так и внутренний сгорающий двигатель. Обычно не поддается зарядке от электрической сети. FCEV - Fuel Cell Electric Vehicle (Автомобиль на топливных элементах) Электромобиль, который использует водородные топливные элементы для создания электроэнергии и электродвигателя для передвижения. EREV - Extended Range Electric Vehicle (Электромобиль с увеличенным запасом хода) Похож на PHEV, но внутренний сгорающий двигатель работает только для зарядки аккумуляторов и не прямо приводит колеса. NEV - Neighborhood Electric Vehicle (Электротранспортное средство для местных перемещений) Электромобиль, предназначенный для использования на коротких расстояниях в городских районах. AV - Autonomous Vehicle (Автономный транспорт)

		Электромобиль с функциями автономного вождения, способный двигаться без вмешательства водителя. EV - Electric Vehicle (Электромобиль) Общее обозначение для всех видов электромобилей.
2	Типы гибридных автомобилей.	Типовые схемы: По методу подключения двигателей и накопителя к приводу: Последовательная: по сути является модификацией электромеханической трансмиссии с добавлением промежуточного накопителя. Двигатель внутреннего сгорания механически соединён только с электрогенератором, а тяговый электродвигатель — только с колёсами. Параллельная: и двигатель внутреннего сгорания, и электродвигатель механически соединены с колёсами посредством дифференциала, который обеспечивает возможность их работы как по отдельности, так и совместно. Характеризуется простотой (возможно применение вместе с механической коробкой передач) и низкой стоимостью. Последовательно-параллельная: двигатель внутреннего сгорания, генератор и электродвигатель механически связаны друг с другом и с колёсами посредством планетарного редуктора, что позволяет произвольно изменять потоки мощности между этими узлами. По типам накопителей: Электрические: На основе электрохимических аккумуляторов На основе инерционных накопителей Механические: На основе пневматических аккумуляторов, гидроаккумуляторов с пневматическим накопителем. На основе инерционных накопителей. В качестве промежуточного накопителя, помимо аккумуляторных батарей, также могут использоваться батареи конденсаторов и ионисторы (суперконденсаторы). В случае применения накопителя энергии значительной ёмкости гибридный автомобиль имеет возможность двигаться без включения двигателя внутреннего сгорания — в «режиме электромобиля». В случае, если зарядка накопителя может производиться не только от основного двигателя, но и от электрической сети, говорят о «подключаемом гибриде» (англ. Plug-in Hybrid). Главное преимущество гибридного автомобиля — снижение расхода топлива и вредных выхлопов, что достигается полной автоматизацией управления работой двигателей с помощью бортового компьютера — начиная от своевременного отключения двигателя во время остановки в транспортном потоке, с возможностью немедленного возобновления движения без его запуска,

		исключительно на запасённой в накопителе энергии, и заканчивая более сложным механизмом рекуперации — использование кинетической энергии движущегося автомобиля при торможении для зарядки накопителя при работе электродвигателя в режиме электрогенератора. Как и в случае с электромеханической трансмиссией, двигатель внутреннего сгорания, как правило, работает на оптимальных режимах.
3	Виды эксплуатационных свойств электромобиля	Эксплуатационные свойства автомобиля — это комплекс свойств, определяющих степень его приспособленности к эксплуатации в качестве транспортного средства. К эксплуатационным свойствам относят: тягово-скоростные, тормозные, топливная экономичность, управляемость, устойчивость, проходимость, плавность хода, экологичность, вместимость, прочность, долговечность, приспособленность к техническому обслуживанию и ремонту
4	Условия эксплуатации автотранспортных средств.	Климатические: Автомобили используют в самых разнообразных природно-климатических условиях. Обычно эти условия эксплуатации характеризуются следующими факторами: влажностью и запыленностью воздуха, количеством и интенсивностью осадков, скоростью ветра, высотой над уровнем моря. Дорожные: Автомобили эксплуатируют в самых разнообразных дорожных условиях. Оценить комплексно все многообразие воздействий чрезвычайно сложно, особенно, если принять во внимание, что в зависимости от сезона и специфики региона однотипные дороги могут иметь различные характеристики. В связи с этим при создании и эксплуатации колесной техники оценку проводят не по комплексному воздействию, а по отдельным его составляющим. Основными из них являются: сопротивление движению, сцепление движителя с опорной поверхностью, макро- и микропрофиль дорожной поверхности (бездорожья).
5	Основные оценочные параметры тягово-скоростных свойств.	Основными оценочными показателями тягово-скоростных свойств автомобилей и автопоездов являются: максимальная скорость, максимальный преодолеваемый подъем и характеристики приемистости.
6	Радиусы эластичного автомобильного колеса.	У эластичного колеса различают четыре вида радиусов: *Свободный радиус* $r_{св}$ – расстояние от оси неподвижного и ненагруженного колеса до наиболее удаленной части беговой дорожки. *Статический радиус* $r_{ст}$ – расстояние от центра неподвижного колеса, нагруженного только нормальной силой, до опорной поверхности. Величина статического радиуса зависит от нагрузки, радиальной жесткости шины и твердости опорной поверхности, от давления воздуха в шине. *Динамический радиус* $r_д$ – расстояние от центра катящегося колеса до опорной поверхности.

		Динамический радиус зависит от тех же параметров и, кроме того, несколько увеличивается с увеличением $\omega_к$ и уменьшается с увеличением передаваемого крутящего момента. *Радиус качения (кинематический)* $r_к$ – расстояние от центра колеса до его мгновенного центра вращения.
7	Коэффициент сопротивления качению. Факторы влияющие на его значение.	Коэффициент сопротивления качению является основным показателем сил сопротивления, возникающих при перекатывании колес по опорной поверхности. Его значение зависит от конструкции и технического состояния шины, режима качения, типа и состояния опорной поверхности. На дорогах с твердым покрытием основное значение имеет конструкция шины, ее техническое состояние и режим качения. К конструктивным факторам, определяющим сопротивление качению, относятся: конструкция каркаса (тип, расположение нитей и число слоев корда), а также толщина протектора. При прочих равных условиях снижению коэффициента сопротивления качению способствует: радиальное расположение нитей корда, уменьшение числа слоев корда, использование низкогистерезисной резины и увеличение размеров шины (прежде всего ее диаметра). К основным факторам технического состояния шины, влияющим на сопротивление качению, относятся: внутреннее давление воздуха в шине и износ протектора по высоте. При снижении внутреннего давления воздуха (p_w) возрастают деформации шины, в результате чего увеличиваются гистерезисные потери и повышается коэффициент сопротивления качению. Увеличение износа протектора по высоте, наоборот, способствует снижению потерь в шине и уменьшению коэффициента сопротивления качению. При 100 % износе протектора значение f примерно на 20 - 25% ниже, чем у новой шины. К основным факторам режима качения колеса можно отнести, прежде всего, величину крутящего момента и скорость движения. При увеличении крутящего момента коэффициент немного увеличивается, т.к. шина при этом деформируется не только в вертикальном но и по окружности. При большой величине передаваемого момента элементы протектора проскальзывают по дороге, и на трение в области контакта также затрачивается дополнительная мощность. Однако, как показывают эксперименты, значительный рост коэффициента сопротивления качению наблюдается лишь при скоростях движения свыше 50 - 60 км/ч. а интенсивный - свыше 100 км/ч.
9	Управляемость автомобиля. Понятие и определение.	Управляемость - способность автомобиль к маневрированию для выдерживания заданного

		направления движения путем поворота управляемых колес, торможением колес одного борта и поворотом одного звена относительно другого для сочлененных машин. От управляемости в большой степени зависит безопасность движения. Поворот управляемых колес осуществляется вокруг осей поворотных цапф или шкворней, причем оси колес пересекаются в одной точке, называемой центром поворота (если не учитывать увод эластичных шин). Автомобиль может иметь одну, две и более пар управляемых колес. С увеличением числа пар управляемых колес улучшается маневренность и уменьшается минимальный радиус поворота машины, что имеет большое значение, особенно для многоприводных длиннобазных транспортных средств при движении их в городских, горных и других специфических условиях.
10	Назначение, классификация трансмиссий. Основные механизмы, их назначение.	Трансмииссия (силовая передача) — в машиностроении совокупность агрегатов и механизмов, соединяющих двигатель (мотор) с ведущими колёсами транспортного средства (автомобиля) а также системы, обеспечивающие работу трансмиссии. В общем случае трансмиссия предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к колёсам (рабочему органу), изменения тяговых усилий, скоростей и направления движения. В состав трансмиссии электромобиля и автомобиля с гибридной силовой установкой входят: Сцепление; Коробка передач; Карданный вал; Дифференциал; Главная передача; Шарниры равных угловых скоростей. Механические ступенчатые трансмиссии. В механических ступенчатых трансмиссиях передаваемый от двигателя к ведущим колесам крутящий момент изменяется ступенчато в соответствии с передаточным числом трансмиссии, которое равно произведению передаточных чисел шестеренных (зубчатых) механизмов трансмиссии. Передаточным числом шестеренного механизма называется отношение числа зубьев ведомой шестерни к числу зубьев ведущей шестерни. Гидрообъемная трансмиссия. Этот вид трансмиссии представляет собой бесступенчатую передачу автомобиля. Электрическая трансмиссия. Это бесступенчатая передача, в которой крутящий момент изменяется плавно, без участия водителя, в зависимости от сопротивления дороги и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Гидромеханическая трансмиссия. Это комбинированная трансмиссия, которая состоит из механизмов механической и гидравлической трансмиссий. В

		гидромеханической трансмиссии передаточное число и крутящий момент изменяются ступенчато и плавно. Электромеханическая трансмиссия. Это комбинированная трансмиссия, которая состоит из элементов механической и электрической трансмиссий.
11	Классификация электродвигателей	Электродвигатель – устройство, преобразующее электрическую энергию в механическую. По сравнению с двигателями внутреннего сгорания у них есть некоторые преимущества. Есть возможность создавать электродвигатели всех размеров – от очень маленьких до очень больших. Они дают почти постоянную мощность и имеют высокий КПД. Электрические машины по назначению разделяются на генераторы, преобразующие механическую энергию в электрическую; электродвигатели, преобразующие электрическую энергию в механическую, а также специальные машины, чаще всего преобразующие электрическую энергию одного вида в электрическую энергию другого вида. В зависимости от характеристик питающей сети выделяют 2 основных типа двигателя: - Постоянного тока - Переменного тока: Синхронные (где ротор вращается синхронно с магнитным полем питающего напряжения). Асинхронные (где частота вращения ротора отличается от частоты вращения магнитного поля): однофазные, двухфазные, трехфазные, многофазные.
12	Раздаточные коробки. Назначение и работа.	Раздаточная коробка -- это агрегат трансмиссии автомобиля, предназначенный для разделения силового потока и распределения его между ведущими мостами, бортами, тележками, а иногда и колесами машины. В связи с этим раздаточные коробки принято называть межосевыми, межбортовыми, межтележечными и межколесными. К раздаточным коробкам предъявляются те же основные требования, что и к коробкам передач. Кроме того, они должны обеспечивать: распределение крутящего момента таким образом, чтобы проходимость автомобиля была максимально возможной и не возникала циркуляция паразитной мощности в трансмиссии; увеличение силы тяги на ведущих колесах при движении автомобиля в тяжелых условиях эксплуатации, в частности по бездорожью, если это не удается сделать с помощью коробки передач; заданные направления вращения ведомых валов; требуемое по условиям компоновки расположение ведомых валов. Раздаточные коробки различаются: по числу ведомых валов - с двумя и тремя ведомыми валами (последние иногда применяют при раздельном приводе ведущих мостов у автомобиля с колесной формулой 6×6);

		взаимному расположению ведомых валов - соосные и несоосные (в несоосных коробках один из ведомых валов будет соосен ведущему, что дает возможность иметь прямую передачу в раздаточной коробке, тогда как в соосных прямую передачу обеспечить нельзя); числу ступеней передаточных чисел - одно- и двухступенчатые (последние применяют для увеличения диапазона передаточных чисел трансмиссии, когда диапазон передаточных чисел коробки передач недостаточен для полноприводного автомобиля); продолжительности включения переднего моста - с постоянно включенным и с эпизодически включаемым передним мостом; числу геометрических осей, на которых расположены основные валы, - двухосные и трехосные; характеру деления силового потока - с дифференциальным, блокированным и смешанным приводом (последний вариант возможен только при наличии трех ведомых валов).
13	Ведущие мосты. Назначение и работа.	Ведущий мост представляет собой несущую конструкцию, упруго соединяющую несущий кузов (раму) автомобиля с ведущими колесами, в которой расположены механизмы трансмиссии, передающие крутящий момент от карданного вала, а иногда и непосредственно от коробки передач (в случае отсутствия карданного вала) к ведущим колесам. При зависимой подвеске ведущий мост обычно жесткий, т. е. состоит из цельного или составного картера, в котором размещены главная передача, дифференциал и полуоси. Концы картера ведущего моста снабжают цапфами для крепления ведущих колес и тормозных механизмов. В отличие от зависимой подвески, когда картер ведущего моста одновременно является также картером главной передачи и дифференциала, при независимой подвеске картера ведущего моста нет, а имеется только жестко или упруго закрепленный на раме картер главной передачи и дифференциала. В этом случае ведущий мост шарнирный. При бортовом приводе ведущий мост распадается на два отдельных механизма: приводы левых и правых колес. В зависимости от расположения на автомобиле ведущий мост может быть передним, задним и промежуточным. К ведущему мосту предъявляют следующие требования: обеспечение оптимальных тягово-скоростных и топливно-экономических свойств автомобиля; высокий КПД при передаче крутящего момента от карданного вала к ведущим колесам автомобиля; обеспечение передачи тяговых, тормозных, вертикальных и боковых сил от колес на кузов автомобиля или раму; бесшумность при работе;

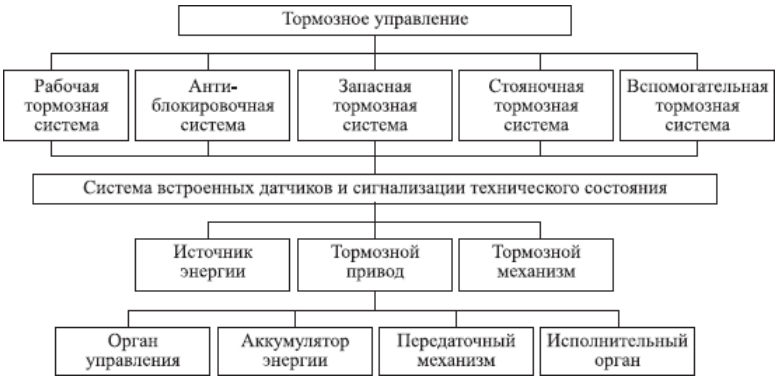
		минимальные габаритные размеры (особенно по высоте) и минимальная масса; высокая надежность и долговечность; минимальная стоимость.
14	Дифференциал. Назначение и работа.	Согласно ГОСТ 18667, дифференциал -- это механизм трансмиссии автомобиля, распределяющий подводимый к нему крутящий момент между выходными валами и позволяющий им вращаться с неодинаковыми угловыми скоростями. Кроме общих требований, предъявляемых ко всем механизмам трансмиссии (высокий КПД и минимальный уровень шума, малые габаритные размеры и масса, надежность, технологичность, простота обслуживания и др.), дифференциалы должны распределять крутящие моменты между выходными валами в пропорции, обеспечивающей наилучшие эксплуатационные свойства автомобиля (максимальную силу тяги, хорошую устойчивость и управляемость). Однако для увеличения силы тяги автомобиля распределение момента по колесам должно быть пропорционально их сцепному весу и коэффициенту сцепления, что на дорогах с различными коэффициентами сцепления под колесами левого и правого бортов приводит к разным силам тяги по бортам, появлению момента этих сил относительно вертикальной оси, проходящей через центр масс автомобиля, возникновению боковых сил, уводу шин, ухудшению устойчивости и управляемости автомобиля. Для обеспечения же устойчивости автомобиля необходимо равенство сил тяги на колесах левого и правого бортов. На дорогах с малой несущей способностью и различными коэффициентами сцепления под колесами левого и правого бортов это ведет к недоиспользованию возможностей по сцеплению колес с дорогой из-за ограничения сил тяги на всех колесах силой тяги на колесе, имеющем минимальные сцепные возможности, и, как результат, - к ухудшению проходимости автомобиля. Обычно это противоречие разрешают в пользу увеличения максимальной силы тяги и улучшения проходимости автомобиля. Свойство дифференциала, позволяющее выходным валам вращаться с разными угловыми скоростями, дает возможность устранить циркуляцию паразитной мощности на этом участке трансмиссии. В зависимости от места расположения в трансмиссии дифференциалы называются межколесными, межосевыми, межтележечными и межбортовыми. В зависимости от соотношения крутящих моментов T_1 и T_2 на видимых валах дифференциалы разделяют на две большие группы: с постоянным и непостоянным отношением моментов. В первой группе различают

		симметричные дифференциалы, обеспечивающие равенство крутящих моментов на ведомых валах, для которых $T_1/T_2 = 1$, и несимметричные дифференциалы, обеспечивающие разные крутящие моменты на ведомых валах, которых для $T_1/T_2 \neq 1$. Конструктивно и симметричные, и несимметричные дифференциалы являются шестеренчатыми и могут быть выполнены как с коническими, так и с цилиндрическими зубчатыми колесами. Во второй группе различают дифференциалы с принудительной блокировкой, выполняемые как с коническими, так и с цилиндрическими зубчатыми колесами, и самоблокирующиеся дифференциалы, которые могут быть пульсирующими, свободного хода и повышенного трения.
15	Карданная передача. Назначение и работа.	Карданная передача - это механизм, предназначенный для передачи крутящего момента между агрегатами трансмиссии, оси валов которых несоосны либо расположены под углом, причем взаимное положение их может меняться в процессе движения. Основные требования, предъявляемые к карданным передачам: передача крутящего момента без создания дополнительных нагрузок в трансмиссии (изгибающих, скручивающих, осевых, вибрационных); обеспечение равенства угловых скоростей ведущего и ведомого валов независимо от угла между соединяемыми валами; бесшумность при работе; высокий КПД; надежность и долговечность конструкции; минимальная масса и стоимость. Основными элементами карданных передач являются шарниры и валы. Карданные шарниры бывают полными и полукарданными, т. е. соответственно имеющими фиксированные оси качания и не имеющими их. Кроме того, шарнир, конструкция которого обеспечивает компенсацию изменения длины карданного вала, называется универсальным в отличие от простого шарнира, не обеспечивающего такую компенсацию. По кинематическим свойствам различают шарниры равных и неравных угловых скоростей (синхронные и асинхронные). Жесткий полукарданный шарнир неравных угловых скоростей обеспечивает работу при перекосе осей соединяемых валов до 2°, а упругий - до 10°. Полный карданный шарнир неравных угловых скоростей допускает угловые отклонения осей валов до 20°, а равных угловых скоростей - до 45°. При передаче момента к агрегатам, установленным на раме или корпусе и имеющим малые относительные перемещения (ДВС, коробка передач, раздаточная

		коробка, редукторы ведущих мостов при независимой подвеске колес), угол перекоса осей валов обычно не превышает 5°. При передаче момента к вспомогательным, редко используемым механизмам (например, к лебедке) этот угол не превышает 20°.
16	Система подрессоривания. Назначение и работа.	Системой подрессования (подвеской) называют совокупность устройств, обеспечивающих упругую связь между несущей системой и мостами или колесами и предназначенных для снижения интенсивности вибрации и динамических нагрузок, которые действуют на человека, перевозимый груз и элементы конструкции автомобиля при ее движении по неровной поверхности дороги. Подвеска осуществляет передачу всех сил и моментов, действующих со стороны колеса, на несущую систему и позволяет регулировать положение кузова в зависимости от статической нагрузки. При использовании в качестве виброизоляции кузова автомобиля регулируемой или управляемой системы подрессоривания связь между несущей системой и колесами может быть как упругой, так и жесткой. Подвеска состоит из направляющего, упругого и демпфирующего устройств. Направляющее устройство частично или полностью воспринимает силы и моменты, действующие на колеса, и определяет характер их перемещений относительно несущей системы. Упругое устройство передает в основном вертикальные силы, действующие со стороны колес на несущую систему. Для уменьшения поперечного крена кузова применяют дополнительное упругое устройство - стабилизатор поперечной устойчивости. Демпфирующее устройство обеспечивает необходимое затухание колебаний кузова и колес. Упругое и демпфирующее устройства подвески практически полностью обеспечивают виброизоляцию кузова автомобиля, а также снижение динамических нагрузок, действующих на ее элементы.
17	Определения колеи, базы и дорожного просвета.	Колея — это поперечное расстояние между серединами отпечатков шин на дороге. Колесная база автомобиля — это расстояние между центрами передней и задней оси на одной стороне автомобиля. Дорожный просвет автомобиля – это техническая характеристика, которая обозначает расстояние от поверхности, на которой стоит машина до самой низкой точки ее конструкции.
18	Типы рулевого привода. Электромеханические привод.	Тип рулевого привода определяет тип исполнительного механизма. В существующих и перспективных автомобилей используют механические (с гидроусилителем и без него), электромеханические и электрогидравлические приводы,

		причем последние типы применяют в конструкциях многоосных и многоопорных автомобилей, как правило, с системами автоматизированного управления (САУ) криволинейным движением. Функция рулевого механизма в системе РУ с подобными приводами чисто командная, силовую функцию выполняют только исполнительные механизмы рулевого привода. Электромеханический привод включает в себя электромеханические исполнительные агрегаты, тип которых почти полностью определяет схему и конструкцию привода. К ним в первую очередь следует отнести рулевые агрегаты с электродвигателями постоянного или переменного тока, вал которых непосредственно соединен механической неуправляемой связью с поворотным колесом. В качестве исполнительных электродвигателей постоянного тока чаще всего применяют двигатели независимого электромагнитного и магнитоэлектермического возбуждения (с постоянными магнитами), как правило, с зубцовам исполнением якоря. Встречаются электродвигатели с гладким беззубцовым якорем и малым моментом инерции ротора, с печатным якорем и с полым ротором. Главное достоинство исполнительных электродвигателей постоянного тока - линейность механических и регулировочных характеристик, недостатки - значительные габаритные размеры и масса, наличие щеточно-коллекторного узла.
19	Рулевое управление электромобилей. Назначение и классификация.	Рулевое управление (РУ) предназначено для обеспечения поворота автомобиля и поддержания заданного водителем направления ее движения. Поворот автомобиля может осуществляться несколькими способами: управляемыми колесами, управляемыми осями, силовым складыванием звеньев и затормаживанием колес одного борта. На большинстве автомобилей применяют первый способ поворота, третий способ используют в конструкциях сочлененных транспортных средств. Основными элементами системы РУ являются: рулевой механизм, усилитель (при его наличии) и рулевой привод управляемых колес. Под рулевым приводом понимается система валов, рычагов, тяг и т. п., обеспечивающая передачу необходимого усилия от сошки рулевого механизма на управляемые колеса с помощью рулевого усилителя или без него.
20	Типы подвесок электромобилей.	Подвески классифицируют в основном по типу кинематической схемы направляющего устройства, упругого и демпфирующего элементов. Кинематическая схема направляющего устройства определяет характер

		связи отдельных колес между собой и с несущей системой транспортного средства. Подвески подразделяют на зависимые и независимые. Зависимые подвески бывают с поперечной и продольной связями. При поперечной связи оба колеса одного моста установлены на жесткой оси. Подвески с продольными связями называют балансирными. При независимой подвеске каждое колесо автономно подвешивают к несущей системе, что делает несвязанными перемещения колес одного моста или борта. В случае применения независимой подвески наилучшим образом сочетаются кинематические схемы подвески и привода рулевого управления, обеспечивается устойчивое движение транспортного средства при больших скоростях, высокая плавность хода при относительно малых размерах упругого элемента, а также уменьшается масса неподрессоренных частей транспортного средства.
21	Типы упругих элементов подвесок электромобилей.	Упругие элементы бывают металлическими, пневматическими, пневмогидравлическими, резиновыми и комбинированными. К металлическим упругим элементам относятся листовые рессоры, спиральные пружины (цилиндрические и конические), торсионы. Перспективным является использование в подвесках транспортного средства пневматических и пневмогидравлических упругих элементов. В пневмогидравлических элементах, как и в пневматических, рабочим телом является газ, а силы, действующие со стороны колеса, передаются сжимаемому газу через жидкость. Резиновые упругие элементы широко применяют как вспомогательные (корректирующие и ограничительные) и установочные детали, способствующие снижению вибрации.
22	Назначение, классификация тормозных систем электромобилей. Структурная схема тормозного управления.	Тормозной системой транспортного средства называется совокупность устройств, предназначенных для осуществления процесса (фазы) торможения. В свою очередь, совокупность тормозных систем называется тормозным управлением. Основные термины по тормозному управлению регламентируются международным стандартом ИСО 611. Тормозное управление одиночного транспортного средства составляют четыре тормозные системы: l) рабочая, предназначенная для регулирований скорости транспортного средства в любых условиях движения; 2) запасная, используемая для остановки транспортного средства в случае отказа рабочей тормозной системы. Запасной тормозной системой обычно является контур рабочей тормозной системы, обеспечивающий не менее 30 % эффективности рабочей системы с максимальным замедлением j, > 2,8 м/с2:

		3) стояночная, предназначенная для удержания полностью нагруженного транспортного средства на уклоне, заданном техническими характеристиками. Для транспортного средства, находящихся в эксплуатации, по требованиям ГОСТ 25478 стояночная тормозная система должна удерживать КМ полной массы на уклоне не менее 16 %. Уклоны дороги, на которых транспортное средство в снаряженном состоянии удерживается стояночной тормозной системой, составляют не менее 23 % для легковых транспортных средств и автобусов и не менее 31 % - для грузовых транспортных средств и автопоездов. При этом усилие на рычаге ручного включения этой системы не должно превышать 400 Н; 4) вспомогательная, предназначенная для длительного торможения транспортного средства на затяжных спусках без использования других тормозных систем. Она должна обеспечивать спуск транспортного средства со скоростью (30 ± 2) км/ч по 7 %-ному уклону длиной 6 км. Замедление, обеспечиваемое этой системой, jм 2 0,6…2,0 м/с2. 
23	Антиблокировочные системы.	Антиблокировочные системы - это современные автоматические средства устранения блокировки (юза) колес в процессе экстренного торможения. Они могут быть реализованы на различной элементной базе и выполнены по существенно отличающимся между собой принципиальным схемам. Вместе с тем общность задач и объекта регулирования обусловливает наличие в рассматриваемой АБС типовых функциональных структур и узлов, служащих аналогичным целям. К таким структурам прежде всего относится исполнительный механизм с приводом, осуществляющий непосредственное регулирование тормозного момента; датчики состояния функциональных систем транспортного средства, контролирующие изменение того или иного параметра, а также блок управления, вырабатывающий команды управления на основе поступающей информации. Основным направлением разработки АБС в настоящее время является использование блоков управления на электронной элементной базе в целях создания

		наиболее надежных устройств, реализующих заданный алгоритм функционирования, способных к максимальной адаптации к эксплуатационным условиям и обладающих высокими показателями быстродействия.
24	Требования к антиблокировочной системе.	Согласно техническим требованиям, АБС должна: l) обеспечивать транспортному средству сохранение курсовой и траекторной устойчивости движения. При этом имеется в виду, что максимальный коэффициент сцепления может изменяться от 0,05 до 1,0 и быть различным под разными колесами, начальная скорость торможения может достигать максимальных значений, полезная нагрузка - изменяться от нуля до максимума, а приложение усилия к тормозной педали - быть максимально быстрым, т. е. «паническим»; 2) не препятствовать нормальной работе тормозного управления транспортным средством. При любом ее отказе водитель должен иметь возможность затормозить машину обычным способом. Кроме того, специальное устройство должно сигнализировать водителю об отказе АБС. Для того чтобы АБС не препятствовала остановке транспортного средства, нижний предел ее срабатывания по скорости ограничивают значением 5…12 км/ч; 3) выполнять свои функции в течение некоторого времени при выключенном двигателе, т. е. при неработающем источнике энергии; 4) значительно не ухудшать комфортабельность транспортного средства. Резкое изменение тормозных сил на колесах, особенно когда эти изменении совпадают по фазе, приводит к весьма чувствительным для пассажиров толчкам; 5) не усложнять и не повышать стоимость обслуживания и ремонта транспортного средства. На практике обслуживание АБС должно сводиться только к регулировке зазоров в датчиках при монтаже колесного узла; 6) не требовать изменения навыков вождения транспортного средства. Это происходит, когда ее применение неизбежно приводит к тому, что водитель привыкает в любых дорожных условиях излишне смело управлять тормозами и внезапный отказ АБС будет чреват дорожно-транспортным происшествием; 7) значительно не увеличивать стоимость транспортного средства. Существующие АБС далеко не всегда отвечают всем этим требованиям, однако даже самые примитивные системы обеспечивают безопасное торможение лучше водителя средней квалификации.
25	Тормозные свойства автомобиля.	Тормозные свойства – это совокупность свойств, определяющих максимальное замедление автомобиля при

		его движении в различных дорожных условиях в тормозном режиме, предельные значения внешних сил, при действии которых заторможенный автомобиль надежно удерживается на месте или имеет необходимые минимальные установившиеся скорости при движении под уклон. Торможение – это процесс создания и изменения искусственного сопротивления движению автомобиля с целью уменьшения скорости или удержания неподвижным относительно дороги. Тормозные свойства относятся к важнейшим из эксплуатационных свойств, определяющих активную безопасность автомобиля, под которой понимается совокупность специальных конструктивных мероприятий, обеспечивающих снижение вероятности возникновения ДТП.
26	Особенности торможения автомобиля с электродвигателем.	Особенности торможения автомобиля с электродвигателем включают следующие аспекты: Двигатель электрокара работает практически бесшумно, поэтому шум работы других элементов в машине, включая тормоза и колеса, должен этому уровню соответствовать. Для снижения уровня шума приходится особенно тщательно подбирать состав фрикционной смеси. Экономия энергии в электромобилях достигается во многом благодаря технологии рекуперативного торможения. Это когда при нажатии на педаль тормоза машина замедляется не только за счет тормозов, но и с помощью силовой установки — мотор-генератора. Задача генератора — преобразовывать кинетическую энергию при торможении в электрическую, подзаряжая батарею, чтобы машина могла проехать дольше. При спокойной езде в городе для плавных остановок рекуперативное торможение почти заменяет работу традиционной тормозной системы. Это может привести к развитию коррозии бездействующих тормозных дисков. Для эффективного торможения большинству колодок желателен небольшой предварительный прогрев (до 100 °C)
27	Преимущества и недостатки электротранспорта.	Преимущества электромобиля: 1. Безопасность для городской среды. Нулевой выхлоп означает, что воздух вокруг нас становится чище. 2. Меньший уровень шума — в крупных городах с электрическим транспортом жить намного комфортнее. 3. Упрощенная конструкция — ремонт стоит дешевле и занимает меньше времени. 4. Лучшая динамика. Максимальный крутящий момент достигается с малых оборотов, электромобиль вырывается вперед на светофоре.

		5. Безопасность. Центр тяжести смещен вниз, где находится батарея. Из-за этого электромобили реже переворачиваются и лучше управляются при резких маневрах. Недостатки электромобилей: 1. Ограниченный запас хода. Из-за этого их можно использовать только в городе. 2. Высокая цена. 3. Чувствительность к температуре воздуха. 4. Проблемы с микроклиматом в салоне. 5. Слабая инфраструктура.
28	Силовые установки. Определение.	Силовой установкой транспортного средства называют энергетический комплекс, содержащий тепловой двигатель, чаще ДВС, и обслуживающие его системы охлаждения, питания, зажигания, пуска, выпуска отработавших газов, пускового подогревателя и управления. Применяемая на транспортном средстве силовая установка может быть простой, в которую входят только ДВС, двигатель-генераторная установка или химический генератор, и гибридной, содержащей ДВС, генератор, электродвигатель и накопитель электрической (например, аккумуляторные батареи) и механической (например, инерционные механизмы) энергии.
29	Синхронные и асинхронные электродвигатели	Синхронные двигатели Синхронные двигатели нашли свое применение в тех областях, где требуется высокая точность скорости и эффективность. Они используются в энергетике для работы генераторов в электростанциях, где важна синхронизация с сетевой частотой. Кроме того, синхронные двигатели применяются в промышленных установках, где требуется большая мощность и высокая эффективность, например, в крупных насосах, компрессорах и мельницах. В области морского транспорта синхронные двигатели используются в приводах судовых винтов, а в авиации - в системах электропитания самолетов. Асинхронные двигатели Асинхронные двигатели благодаря своей простоте, надежности и универсальности стали основой для большинства бытовых приборов и промышленных приложений. Они используются в холодильниках, стиральных машинах, кондиционерах, электродрелях и многих других бытовых устройствах. В промышленности асинхронные двигатели применяются практически везде: от приводов малой мощности до больших промышленных установок. Они используются в насосах, вентиляторах, конвейерах, мельницах, станках и многих других устройствах.
30	Преимущества и недостатки синхронного и	Преимущества синхронного двигателя:

	асинхронного электродвигателя	Высокая эффективность: Синхронные двигатели обычно имеют более высокий КПД по сравнению с асинхронными двигателями, особенно на высоких скоростях вращения. Стабильная скорость: Скорость вращения ротора синхронного двигателя строго синхронизирована с частотой вращения магнитного поля статора, что обеспечивает стабильную скорость вращения вала, независимо от нагрузки. Возможность работы в режиме генератора: Синхронные двигатели могут работать как генераторы, обеспечивая обратное преобразование механической энергии в электрическую. Недостатки синхронного двигателя Сложность конструкции: Наличие обмоток возбуждения или постоянных магнитов в роторе делает конструкцию синхронного двигателя сложнее по сравнению с асинхронным. Необходимость в дополнительном источнике питания: Для работы обмоток возбуждения требуется дополнительный источник постоянного тока. Проблемы при старте: Синхронные двигатели требуют специальных устройств для старта или разгона до синхронной скорости. Преимущества асинхронного двигателя Простота конструкции: Асинхронные двигатели имеют более простую конструкцию, что делает их дешевле и проще в производстве и обслуживании. Устойчивость к перегрузкам: Асинхронные двигатели обладают высокой устойчивостью к перегрузкам и коротким замыканиям. Легкость старта: Асинхронные двигатели легко стартуют под нагрузкой и способны работать в режиме частого включения и выключения. Недостатки асинхронного двигателя Скольжение: В асинхронных двигателях скорость вращения ротора всегда немного отстает от скорости вращения магнитного поля статора, что может быть нежелательным в некоторых приложениях. Ниже эффективность: Асинхронные двигатели обычно имеют немного ниже эффективность по сравнению с синхронными двигателями. Изменение скорости: Скорость вращения асинхронного двигателя изменяется с изменением нагрузки, что может быть проблемой в приложениях, требующих строгого контроля скорости.