Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.05.2025 17:19:17
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 электротранспорта

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Динамическое моделирование наземных транспортных средств на электрической тяге

Направление подготовки
23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль
Гоночный инжиниринг

Квалификация
магистр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Преподаватель,
без учёной степени  /П.С.Рубанов/

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

Руководитель
образовательной программы
директор  /П.Итурралде/

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 6
   - 3.3 Содержание дисциплины 6
   - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
   - 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
   - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы 9
   - 4.2 Основная литература 9
   - 4.3 Дополнительная литература 9
   - 4.4 Электронные образовательные ресурсы 11
   - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 11
   - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 11
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
   - 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
   - 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 14
   - 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 14
   - 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
   - 7.3 Оценочные средства 14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Динамическое моделирование наземных транспортных средств на электрической тяге» следует отнести:

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

- 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.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Динамическое моделирование наземных транспортных средств на электрической тяге» следует отнести:

— формирование представления о взаимодействии твердых тел в пространстве;

— освоение общих принципов и особенностей методик моделирования динамики агрегатов транспортных средств в твердых телах в программном комплексе Simcenter Motion;

— формирование навыков получения и интерпретации результатов проведенного моделирования в среде динамики твердых тел.

Обучение по дисциплине «Динамическое моделирование наземных транспортных средств на электрической тяге» 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 принцип построения динамических моделей транспортных средств; ИПК - 1.2 Умеет собирать динамические модели агрегатов электрических транспортных средств и автомобиля в целом; ИПК-1.3. Владеет методами динамического моделирования и оценкой эксплуатационных свойств наземных

	электрических транспортных средств, их систем и агрегатов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Динамическое моделирование наземных транспортных средств на электрической тяге» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина «Динамическое моделирование наземных транспортных средств на электрической тяге» 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 4 зачетных единиц (144 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		18
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**108**	108

3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет		
	Итого	**144**	

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	Основные виды простейших механизмов. Основные понятия и определения	16	2	2	-	-	12
2	Требования, предъявляемые к зубчатым передачам в составе агрегатов транспортных средств.	16	2	2	-	-	12
3	Виды систем подрессоривания транспортных средств и предъявляемые к ним требования	16	2	2	-	-	12
4	Виды силовых установок в транспортных средствах и методы их моделирования	16	2	2	-	-	12
5	Сборки твердотельных динамических моделей	16	2	2	-	-	12
6	Моделирование движения транспортного средства в динамики твердых тел и исследования его эксплуатационных характеристик.	16	2	2	-	-	12
7	Общие вопросы МКЭ.	16	2	2	-	-	12
8	Применение податливых элементов в динамических моделях	16	2	2	-	-	12
9	Основы совместного моделирования в программных комплексах.	16	2	2	-	-	12
Итого		**144**	**18**	**18**	**-**	**-**	**108**

3.3 Содержание дисциплины

1. Основные виды простейших механизмов. Основные понятия и определения.

Simcenter 3D открывает возможности моделирования динамики множества тел, что выходит за рамки простой кинематики. Анализируя движение

системы, Simcenter Motion вычисляет силы реакции, крутящие моменты, скорости, ускорения и многое другое. Simcenter 3D позволяет напрямую преобразовывать геометрию CAD и ограничения сборки в точную кинематическую модель. Встроенный решатель и постпроцессор дают возможность получить решение и провести его анализ в широком диапазоне изменения параметров.

2. Требования, предъявляемые к зубчатым передачам в составе агрегатов транспортных средств.

Виды зубчатых передач, применяющихся в транспортных средствах, принцип работы. Способы задания зубчатых передач в динамической модели транспортного средства.

3. Виды систем подрессоривания транспортных средств и предъявляемые к ним требования.

Виды подвесок транспортных средств и элементы систем подрессоривания. Метод синтеза упруго-демпфирующих характеристик и задание в динамических моделях.

4. Виды силовых установок в транспортных средствах и методы их моделирования.

Виды силовых агрегатов, устанавливаемых на транспортных средствах. Способ задания силового агрегата в динамической модели транспортного средства.

5. Сборки твердотельных динамических моделей.

Создание динамической модели транспортного средства из отдельных динамических моделей агрегатов и систем.

6. Моделирование движения транспортного средства в динамики твердых тел и исследования его эксплуатационных характеристик.

Создание решений для динамических моделей транспортных средств. Анализ эксплуатационных свойств наземных транспортных средств. Построение графиков.

7. Общие вопросы МКЭ.

Применение МКЭ для расчета элементов транспортных средств, при помощи нагрузок, полученных при динамическом моделировании. Анализ напряженно-деформированного состояния и деформаций элементов.

8. Применение податливых элементов в динамических моделях.

Динамическое моделирование с учетом податливости элементов транспортного средства, влияющих на возникающие нагрузки при движении.

9. Основы совместного моделирования в программных комплексах.

Проведение расчета динамики транспортного средства с помощью совместного моделирования в двух программных комплексах для более подробного описания работы систем транспортного средства.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.2. Лабораторные занятия

1. Создание простых механизмов в Simcenter 3D Motion

Создание звеньев и задание кинематических пар в програмном комплексе Simcenter 3D Motion. Задание входного воздействия в кинематической цепи и построение графиков результатов проведенного моделирования.

2. Моделирование передней рычажной подвески электромобиля

Создание кинематических пар в сборке передней рычажной подвески, задание упруго-демпфирующих элементов. Проведение моделирования нескольких нагрузочных режимов и анализ полученных результатов.

3. Создание простых зубчатых зацеплений

Моделирование зубчатого зацепления в среде динамики твердых тел. Анализ полученных результатов и построение графиков.

4. Моделирование редуктора

Задание звеньев и кинематических пар редуктора, задание воздействия на редуктор. Анализ результатов и построение графиков.

5. Создание сборок динамических моделей из подсистем

Соединение созданных динамических моделей в одной сборке и проведение моделирования. Анализ работы полученной системы и построение графиков.

6. Создание модели транспортного средства и моделирование его движения по опорной поверхности

Создание опорной поверхности и шин транспортного средства. Сборка динамической модели и проведение моделирования движения ТС. Анализ движения и построение необходимых графиков, описывающих динамику ТС.

7. Совместное моделирование в Simcenter 3D Motion и Simcenter Amesim

Анализ возможностей совместного моделирования в двух программных комплексах. Проведение моделирования движения ТС в Simcenter 3D Motion с использованием возможностей Simcenter Amesim.

8. Использование МКЭ в Simcenter 3D

Получение нагрузок в динамической модели и экспорт в среду прочностных расчетов. Получение НДС элемента модели. Внедрение податливого элемента в динамическую модель. Анализ моделирования в абсолютно твердых телах и с применением податливого элемента.

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. 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

↔↘ Ксеневич, И.П. Идеология проектирования электромеханических систем для гибридной мобильной техники / И.П. Ксеневич, Д.Б. Изосимов// Тракторы и сельско-хозяйственные машины. – 2007. – №1.

↕↘ Вольдек, А.И. Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов. – СПб.: Питер, 2010. – 350 с.

⇠↘ Копылов, И.П. Электрические машины: учебник для вузов /И.П. Копылов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 360 с.

⇢↘ Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин: учеб. для вузов / И.П. Копылов. – М.: Высшая школа, 2001. – 327 с.

↕↘ 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.

⇣↘ 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.

↯↘ 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.

↩↘ Васильев Б. Ю. Электропривод. Энергетика электропривода. Учебник. – М.: СОЛОН-Пресс, 2015. – 268 с.

↳↘ Анучин А.С. Системы управления электроприводом: учебник для вузов. – М. : Издательский дом МЭИ , 2015 – 373 с.

↔↕↘ 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

↔↔↘ 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.

↔↕↘ 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

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru/.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Программное обеспечение Siemens NX
2. Программное обеспечение MathCad
3. 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**
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

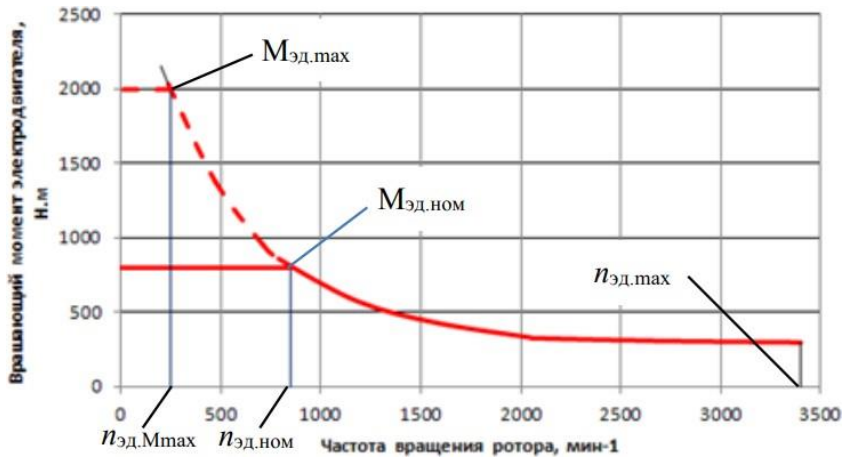
Текущий контроль

№ п.п.	Вопрос	Эталонный ответ

1.	Какие существуют составляющие механизма?	Звено – одна или несколько жестко связанных между собой деталей. Кривошип – звено, которое совершает вращательное движение вокруг одной из своих крайних точек. Коромысло – это звено, которое совершает поворот на угол меньше, чем 360° относительно одной точки звена. Ползун – совершает возвратно-поступательное движение в неподвижных направляющих. Шатун – звено, совершающее плоскопараллельное движение. Кулиса – звено, участвующее одновременно в двух движениях: в переносном с угловой скоростью и в относительном с линейной скоростью.
2.	Что такое кинематическая пара?	Кинематическая пара – подвижное соединение двух звеньев. Кинематические пары передают нагрузку и движение и часто определяют работоспособность и надежность механизма и машины в целом. Поэтому правильный выбор вида пары, ее формы и размеров, а также конструкционных материалов и условий смазывания имеет большое значение при проектировании и эксплуатации машин.
3.	Какие бывают классы кинематических пар?	Класс кинематической пары определяется числом условий связи, которые эта пара накладывает на взаимное перемещение звеньев (1–5). Пары 3–5 класса называются низшими (звенья между собой контактируют по поверхности, например, вращательная пара – шарнир, поступательная пара – ползун). Пары 1, 2 классов – высшие (звенья контактируют по линиям или в точках, например, цилиндр или шар на плоскости). Для плоских механизмов применяются только пары 5 и 4 классов.
4.	Что такое кинематическая цепь?	Кинематическая цепь – это совокупность звеньев и кинематических пар.
5.	Что такое механизм?	Механизм – кинематическая цепь, имеющая неподвижное звено стойку и хотя бы одно ведущее звено. Механизмы образуются последовательным присоединением звеньев к начальному звену.

6.	Что называют системой подрессоривания (подвеской)?	Системой подрессования (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 колесной машины (при ее движении по неровной поверхности дороги
7.	Из каких элементов в общем случае состоит подвеска?	Подвеска в общем случае состоит из направляющего устройства, упругого элемента, демпфирующего устройства, а также стабилизатора и управляемого элемента
8.	Какие требования предъявляются к системе подрессоривания?	1. Подвеска должна обеспечить высокую плавность хода 2. Кинематическая схема направляющего аппарата подвески должна обеспечить минимальные изменения колеи и углов установки управляемых колес 3. Исключить по возможности колебания управляемых колес вокруг шкворней при колебаниях в подвеске 4. Амортизаторы подвески должны обеспечить оптимальную величину затухания 5. Подвеска должна обеспечить надежную передачу от колес на корпус автомобиля вертикальных, продольных и поперечных усилий и моментов 6. Конструкция подвески должна быть выполнена с минимальной массой в особенности это важно для ее частей составляющих неподрессоренную массу 7. Элементы подвески должны быть достаточно прочны и долговечны
9.	Какие существуют типы подвесок?	Существует два типа подвесок: зависимая и независимая
10.	Дайте определение зубчатой передачи?	Зубчатые передачи – передачи, в которых усилия между колёсами передаются за счёт зацепления

11.	Дайте определение зубчатому колесу?	Зубчатое колесо — основная деталь зубчатой передачи в виде диска с зубьями на цилиндрической или конической поверхности, которые входят в зацепление с зубьями другого зубчатого колеса или нескольких.
12.	Какие бывают зубчатые передачи?	Зубчатые передачи бывают: прямозубые, косозубые, шевронные, конические, гипоидные
13.	Что называют сателлитным зубчатым механизмом?	Саттеллитным зубчатым механизмом называют зубчатый механизм, в котором хотя бы одно колесо имеет подвижную ось и является саттелитом
14.	Что называют планетарным механизмом?	Планетарным механизмом называется саттелитный механизм с одной степенью подвижности
15.	Формула для расчета передаточного числа прямозубой зубчатой передачи?	$$U_{12} = \frac{Z_2}{Z_1}(-1)^1 = -\frac{Z_2}{Z_1}$$
16.	Формула для расчета передаточного числа конической зубчатой передачи?	$$U_{12} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{n_1}{n_2}$$
17.	Формула для расчета передаточного числа двухступенчатой зубчатой передачи?	$$U_{14} = U_{12}U_{34} = \frac{Z_2}{Z_1}\frac{Z_4}{Z_3}(-1)^2 = \frac{Z_2}{Z_1}\frac{Z_4}{Z_3}$$
18.	Дать определение тягового электродвигателя ?	Тяговый электродвигатель (ТЭД) — это электрический двигатель, предназначенный для приведения в движение транспортных средств

19.	Построить зависимость вращающего момента от частоты вращения ротора тягового электродвигателя ?	
20.	Что такое динамическое моделирование?	Динамическое моделирование (или моделирование динамической системы)-это использование компьютерной программы для моделирования изменяющегося во времени поведения динамической системы
21.	Главный недостаток твердотельного динамического моделирования системы?	В твердотельных динамических моделях не учитывается податливость элементов, все элементы абсолютно жесткие
22.	В чем разница задания цилиндрического шарнира при помощи элемента вращения и цилиндрической втулки?	При моделировании динамики твердых тел с элементами вращения в системе образуются избыточные связи, которые автоматически удаляются программой. Из-за этого распределение сил в моделируемой системе некорректно. При моделировании цилиндрического шарнира элементом – цилиндрическая втулка, программа учитывает податливость соединения и не происходит удаления избыточных связей.
23.	Что такое НДС конструкции?	Напряженно-деформированное состояние (НДС) конструкции – совокупность внутренних напряжений и деформаций, возникающих при действии на неё внешних нагрузок, температурных полей и других факторов
24.	Дать определение МКЭ?	Метод конечных элементов (МКЭ) — это численный метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных

		уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики
25.	Что такое прочность?	Прочность — это способность материала сопротивляться разрушающему воздействию внешних сил
26.	Что такое жесткость?	Жесткость – способность твердого тела, конструкции или ее элементов сопротивляться деформации
27.	Что такое коэффициент запаса по прочности?	Коэффициент запаса — величина, показывающая способность конструкции выдерживать прилагаемые к ней нагрузки выше расчётных