Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.09.2023 18:13:05
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан транспортного факультета

_____ /М.Н. Лукьянов/

«01» 08 2022 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин»

Направление подготовки
**23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»**

Профиль подготовки (образовательная программа)
**«Спортивные транспортные средства»**

Квалификация (степень) выпускника
**Специалист**

Форма обучения
**Очная**

Москва 2022 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Программу составил
к.т.н., проф. Ю.С.Щетинин

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой,
д.т.н., профессор А.В. Келлер

## 1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин» следует отнести:

– реализация основной образовательной программы (ООП) по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»;

- формирование у обучающихся знаний о современных принципах, методах и средствах анализа и прогнозирования эксплуатационных свойств тягово-транспортных машин;

– подготовка студентов к самостоятельной деятельности в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», профиль подготовки «Спортивные транспортные средства».

К **основным задачам** освоения дисциплины «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин» следует отнести:

- формирование представления о комплексе эксплуатационных свойств, определяющих особенности функционирования тягово-транспортных машин;

- освоение общих принципов и особенностей методики математического описания указанных свойств;

- формирование навыков получения на базе изученных методик конкретных данных об эксплуатационных свойствах тягово-транспортной машины и влияние на них различных конструктивных и внешних факторов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП специалиста

Дисциплина «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин» относится к числу элективных учебных дисциплин Блока 1 основной образовательной программы специалитета.

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП: Математический анализ; Физика; Теоретическая механика; Конструкция автомобиля; Теория автомобиля.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| ПК-3 | Способен провести конструкторские работы по созданию АТС | **знать:**<br>• особенности влияния различных конструктивных и эксплуатационных факторов на показатели функционирования наземных транспортных средств<br>**уметь:**<br>• составлять перечень исходных данных, наличие которых необходимо при формировании расчетных моделей<br>**владеть:**<br>• методами постановки технической задачи для целей ее последующего решения |
| | | **знать:**<br>• особенности используемых на практике показателей эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов<br>**уметь:**<br>• рассчитывать основные оценочные параметры эксплуатационных свойств автомобиля и трактора<br>**владеть:**<br>• методами анализа результатов расчета |
| | | **знать:**<br>• закономерности влияния параметров автомобиля и трактора на их эксплуатационные качества<br>**уметь:**<br>• разрабатывать математические модели и алгоритмы их реализации<br>• грамотно выбирать исходные данные для расчетов<br>• анализировать результаты расчетов<br>**владеть:** |

| | | |
|---|---|---|
| | | • навыками работы с прикладными программами |

## 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы, т.е. **72** академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин» изучаются на четвертом курсе в **восьмом семестре:** лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинары и практические занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин» по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

### Содержание разделов дисциплины

**Введение**

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами. Формы обучения и контроля. Классификация тракторов. Основные тенденции развития колесных машин. Факторы, повышающие производительность труда оператора.

**Эксплуатационные качества и свойства тракторов**

Качества и свойства транспортной машины. Измерители свойств. Показатели измерителей свойств. Характеристики, определяющие эксплуатационные показатели транспортной машины: производительность, топливная экономичность, проходимость. Чистая и техническая производительность трактора. Критерии технической производительности для транспортной машины. Критерии топливной экономичности транспортной машины.

**Основные сведения о грунтах и почве**

Образование грунтов и почвы. Виды грунтов. Гранулометрическая классификация грунтов. Основные показатели грунтов, влияющие на тягово-сцепные качества движителей транспортной машины. Способы их определения. Сопротивление грунтов сжатию и сдвигу, нормальные и касательные напряжения. Несущая способность грунтов. Взаимосвязи между нормальными и касательными напряжениями. Структурное сцепление и коэффициент внутреннего трения в

различных грунтах. Фоны почвы и их влияние на тягово-сцепные качества движителя трактора. Уплотняющее воздействие на почву движителей транспортной машины. Критерии оценки уплотняющего воздействия на почву. Пути снижения уплотняющего воздействия движителей на почву.

**Характеристики тракторных двигателей**

Скоростная характеристика дизельного двигателя. Используемые термины и обозначения. Работа регулятора числа оборотов и корректора. Характеристика дизельного двигателя, оборудованного всережимным регулятором. Выбор номинальной частоты вращения коленчатого вала. Регулировочная характеристика двигателя. Методы построения внешней скоростной характеристики. Влияние параметров характеристики на эксплуатационные свойства трактора. Двигатель постоянной мощности.

**Процессы трогания и разгона транспортной машины**

Разгон транспортной машины без переключения передач в КП. Динамическая модель разгона транспортной машины. Приведение движущихся масс транспортной машины к первичному валу трансмиссии. Изменение угловых скоростей коленчатого вала двигателя и первичного вала трансмиссии при разгоне агрегата. Определение продолжительности разгона транспортной машины. Изменение крутящих моментов в процессе разгона транспортной машины. Построение диаграммы разгона транспортной машины и ее анализ. Переключение передач на ходу. Разгон при переключении передач.

**Гидродинамическая и гидрообъемная передачи**

Основные понятия о бесступенчатых трансмиссиях трактора. Классификация гидродинамических передач и их сравнительная оценка. Характеристики гидродинамических муфт и гидротрансформаторов. Комплексные гидродинамические передачи и их характеристики. Совместная работа гидродинамической передачи с двигателем внутреннего сгорания. Построение входной и выходной характеристик системы “двигатель – гидропередача”. Двухпоточные гидромеханические передачи. Классификация гидрообъемных передач (ГОП) и их сравнительная оценка. Оценочные показатели гидравлических машин. Способы регулирования ГОП. Двухпоточные гидрообъемномеханические передачи.

**Кинематика и динамика гусеничного движителя**

Неравномерность движения гусеничного движителя. Расчетный радиус ведущего колеса гусеничного движителя. Касательная сила тяги гусеничного

движителя. Предварительное натяжение гусеничной цепи. Натяжение цепи от действия центробежных сил. КПД гусеничной цепи и движителя в целом. Буксование и методика определения потерь от буксования гусеничных движителей. Коэффициент сцепления гусеничных движителей с опорной поверхностью.

**Общая динамика гусеничной транспортной машины**

Внешние силы, действующие на гусеничную транспортную машину в общем случае его движения. Дифференциальные уравнения движения транспортной машины. Мощностной и тяговый балансы транспортной машины. Уравнение тягового баланса. Определение положения центра давления. Эпюры давления гусениц транспортной машины на грунт и зависимость их формы от положения центра давления и конструкции подвески.

**Продольная устойчивость колесного трактора**

Критерии статической продольной устойчивости транспортной машины от опрокидывания, от сползания, от сцепления. Понятие о продольной динамической устойчивости колесной транспортной машины по условиям ее управляемости. Влияние конструктивных параметров ходовой системы и грунтовых условий на устойчивость транспортной машины.

**Тяговый расчет транспортной машины**

Балансы мощностей колесных и гусеничных транспортных машин. КПД, учитывающий потери в трансмиссии, и методика его определения расчетным и опытным путем. Мощность, подводимая к ведущим колесам. Влияние конструкции гусеничного движителя на величину его КПД. Мощность, передаваемая остову трактора без учета потерь на буксование. КПД, учитывающий потери на качение транспортной машины. Тяговая мощность транспортной машины. Тяговый КПД транспортной машины. Потенциальная тяговая характеристика транспортной машины и ее анализ. Силы сопротивления движению транспортной машины. Коэффициент эксплуатационной нагрузки транспортной машины. Выбор основных параметров транспортной машины и их экономическая оценка. Определение массы транспортной машины, номинальной мощности двигателя и передаточных чисел трансмиссии. Способы разбивки передаточных чисел ступенчатых трансмиссий. Лучевой график. Потенциальная тяговая характеристика транспортной машины.

**Основы теории поворота гусеничных тракторов**

Кинематика поворота гусеничной транспортной машины. Центр и радиус поворота. Полюсы поворота. Планы скоростей. Механизмы поворота, их классификация. Поперечные и продольные реакции грунта на гусеницы при поворотах транспортной машины. Момент и коэффициент сопротивления повороту со стороны грунта. Влияние поперечных сил на продольное смещение полюсов вращения гусениц. Результирующий момент сопротивления повороту. Поворачивающий момент и безразмерный параметр, характеризующий условия поворота, методы их определения. Факторы, ограничивающие возможность поворота по мощности двигателя и сцеплению движителя с грунтом. Коэффициент загрузки двигателя при повороте. Механизмы поворота с одинарным потоком мощности. Распределение потоков мощности при повороте, явление рекуперации мощности. Двухпоточные механизмы поворота. Методы анализа работы механизмов поворота (кинематический, силовой, мощностной). Выбор типа механизма поворота. Характеристика управляемости гусеничной транспортной машины.

**Плавность хода трактора**

Понятия о колебаниях остова. Собственные колебания остова транспортной машины. Источники возмущающих воздействий. Вынужденные колебания. Влияние колебания остова на условия труда оператора. Профессиональные заболевания и методы конструктивных решений, препятствующих их возникновению. Особенности конструкции подвески транспортных машин. Подрессоривание сиденья. Подрессоривание кабины. Расчетные схемы системы подрессоривания колесных и гусеничных транспортных машин. Общие уравнения колебаний остова транспортной машины. Измерители плавности хода транспортной машины. Методы оценки плавности хода. Пути совершенствования системы подрессоривания транспортной машины.

## 5. Образовательные технологии.

При проведении лекционных занятий предусмотреть широкое использование современных компьютерных технологий (презентаций, видеофильмов). Практические занятия выполняются на компьютере.

Методика преподавания дисциплины «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению практических работ в компьютерном центре кафедры;

– индивидуальное обсуждение и защита практических работ;
– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового или компьютерного тестирования;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:
- бланковое или компьютерное тестирование по пройденному материалу (индивидуально для каждого обучающегося);
- подготовка к выполнению практических работ и их защита.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 3.

### 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### 6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| ПК-3 | Способен провести конструкторские работы по созданию АТС |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения

обучающимися дисциплины в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

| ПК-3. Способен провести конструкторские работы по созданию АТС | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Знание** особенности влияния различных конструктивных и эксплуатационных факторов на показатели функционирования наземных транспортных средств | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: особенности влияния различных конструктивных и эксплуатационных факторов на показатели функционирования наземных транспортных средств | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: особенности влияния различных конструктивных и эксплуатационных факторов на показатели функционирования наземных транспортных средств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: особенности влияния различных конструктивных и эксплуатационных факторов на показатели функционирования наземных транспортных средств, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: особенности влияния различных конструктивных и эксплуатационных факторов на показатели функционирования наземных транспортных средств, свободно оперирует приобретенными знаниями |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Умение** составлять перечень исходных данных, наличие которых необходимо при формировании расчетных моделей | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет составлять перечень исходных данных, наличие которых необходимо при формировании расчетных моделей | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: составлять перечень исходных данных, наличие которых необходимо при формировании расчетных моделей. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: составлять перечень исходных данных, наличие которых необходимо при формировании расчетных моделей. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: составлять перечень исходных данных, наличие которых необходимо при формировании расчетных моделей. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **Владение** методами постановки технической задачи для целей ее последующего решения | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами постановки технической задачи для целей ее последующего решения | Обучающийся владеет методами постановки технической задачи для целей ее последующего решения, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методами постановки технической задачи для целей ее последующего решения, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет методами постановки технической задачи для целей ее последующего решения, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Знание** особенностей используемых на практике показателей эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: особенностей используемых на практике показателей эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: особенностей используемых на практике показателей эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: особенностей используемых на практике показателей эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: особенностей используемых на практике показателей эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов, свободно оперирует приобретенным и знаниями |
| **Умение** рассчитывать основные оценочные параметры эксплуатационных свойств автомобиля и трактора | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет рассчитывать основные оценочные параметры эксплуатационных свойств автомобиля и трактора | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: рассчитывать основные оценочные параметры эксплуатационных свойств автомобиля и трактора. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: рассчитывать основные оценочные параметры эксплуатационных свойств автомобиля и трактора. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: рассчитывать основные оценочные параметры эксплуатационных свойств автомобиля. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **Владение** методами анализа результатов расчета | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами анализа результатов расчета | Обучающийся владеет методами анализа результатов расчета в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения методами по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении методов в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методами анализа результатов расчета, методы освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные | Обучающийся в полном объеме владеет методами анализа результатов расчета, свободно применяет методы в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ситуации. | |
| **Знание** закономерностей влияния параметров автомобиля и трактора на их эксплуатационные качества | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: закономерностей влияния параметров автомобиля и трактора на их эксплуатационные качества. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: закономерностей влияния параметров автомобиля и трактора на их эксплуатационные качества. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: закономерностей влияния параметров автомобиля и трактора на их эксплуатационные качества, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: закономерностей влияния параметров автомобиля и трактора на их эксплуатационные качества, свободно оперирует приобретенными знаниями |
| **Умение** разрабатывать математические модели и алгоритмы их реализации, грамотно выбирать исходные данные для расчетов, анализировать результаты расчетов | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет разрабатывать математические модели и алгоритмы их реализации, грамотно выбирать исходные данные для расчетов, анализировать результаты расчетов | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: разрабатывать математические модели и алгоритмы их реализации, грамотно выбирать исходные данные для расчетов, анализировать результаты расчетов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: разрабатывать математические модели и алгоритмы их реализации, грамотно выбирать исходные данные для расчетов, анализировать результаты расчетов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: разрабатывать математические модели и алгоритмы их реализации, грамотно выбирать исходные данные для расчетов, анализировать результаты расчетов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Владение** навыками работы с прикладными программами | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками работы с прикладными программами | Обучающийся владеет навыками работы с прикладными программами в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками работы с прикладными программами, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками работы с прикладными программами, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие и успешно защитившие практические работы.

| **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 новые, нестандартные ситуации. |
| 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 новые ситуации. |

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**а) основная литература:**

1. Поливаев, О.И. Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 232 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72994. — Загл. с экрана.

**б) дополнительная литература:**

1. Теория трактора и автомобиля : учебное пособие / А. П. Быченин, О. С. Володько, Р. М. Мусин [и др.]. — Самара : СамГАУ, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-88575-683-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/301946

**в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

При проведении практических занятий используется специальное программное обеспечение, разработанное на кафедре «Наземные транспортно-технологические средства».

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru/?id=1622

**г) электронно-образовательные ресурсы**

ЭОР находится в разработке.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При проведении лекций используются аудитории кафедры «Наземные транспортные средства», оборудованные экраном, проектором, компьютером с соответствующим программным обеспечением для демонстрации слайдов, презентаций и фильмов.

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Обучение по дисциплине предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции, практические занятия).

Практические занятия дисциплины предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций с проведением контрольных мероприятий, описанных в п. 6.

*Подготовка к лекции* заключается в следующем:

- внимательно прочитайте материал предыдущей лекции,
- узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора),
- ознакомьтесь с учебным материалом по рекомендуемым учебникам и учебным пособиям,
- постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке,
- запишите возможные вопросы, которые Вы зададите лектору на лекции.

*Подготовка к практическим занятиям:*

- внимательно прочитайте материал лекций, относящихся к данному практическому занятию. Если тема на лекции не рассматривалась, изучите предлагаемую литературу (это позволит Вам найти ответы на теоретические вопросы),
- ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям,
- выпишите основные термины,
- ответьте на контрольные вопросы к занятию, готовьтесь дать развернутый ответ на каждый из вопросов,
- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными и постарайтесь получить на них ответ заранее (до семинарского занятия) во время текущих консультаций преподавателя.

Учтите, что:

- готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы.
- рабочая программа дисциплины в части целей, перечню знаний, умений, терминов и учебных вопросов может быть использована вами в качестве ориентира в организации обучения.

*Самостоятельная работа.*

Для более углубленного изучения темы задания для самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. При выполнении заданий по возможности используйте наглядное представление материала. Система накапливания результатов выполнения заданий позволит вам создать педагогическую копилку, которую можно

использовать как при прохождении педагогической практики, так и в будущей профессиональной деятельности.

*Подготовка к промежуточной аттестации.*

К промежуточной аттестации необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить дисциплину в период зачетно-экзаменационной сессии, как правило, показывают не слишком удовлетворительные результаты.

При подготовке к промежуточной аттестации по теоретической части выделите в вопросе главное, существенное (понятия, признаки, классификации и пр.), приведите примеры практики, иллюстрирующие теоретические положения.

В самом начале учебного курса познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой по дисциплине,
- перечнем знаний и умений, которыми должен владеть студент,
- тематическими планами лекций, семинарских занятий,
- учебными пособиями, а также электронными ресурсами,
- перечнем вопросов для промежуточной аттестации.

После этого у вас должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и семинарских занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для прохождения промежуточной аттестации.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

При организации обучения по дисциплине преподаватель должен обратить особое внимание на организацию семинарских и практических занятий и самостоятельной работы студентов, поскольку курс предполагает широкое использование интерактивных методов обучения.

При реализации дисциплины используются следующие *интерактивные* формы проведения занятий:

- проблемная лекция,
- презентации с возможностью использования различных вспомогательных средств;
- круглый стол (дискуссия).

**Проблемная лекция –** учебная проблема ставится преподавателем до лекции и должна разворачивается на лекции в живой речи преподавателя, так

как проблемная лекция предполагает диалогическое изложение материала. С помощью соответствующих методических приемов (постановка проблемных и информационных вопросов, выдвижение многообразных гипотез и нахождение тех или иных путей их подтверждения или опровержения), преподаватель побуждает студентов к совместному размышлению и дискуссии, хотя индивидуальное восприятие проблемы вызывает различия и в ее формулировании. (Чем выше степень диалогичности лекции, тем больше она приближается к проблемной и тем выше ее ориентирующий, обучающий и воспитывающий эффекты, а также формирование мотивов нравственных и познавательных потребностей).

**Презентации** – документ или комплект документов, предназначенный для представления чего-либо (организации, проекта, продукта и т.п.). Цель презентации – донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации в удобной форме.

Презентация может представлять собой сочетание текста, компьютерной анимации, графики, видео, музыки и звукового ряда (но не обязательно все вместе), которые организованы в единую среду. Кроме того, презентация имеет сюжет, сценарий и структуру, организованную для удобного восприятия информации. Отличительной особенностью презентации является ее интерактивность, то есть создаваемая для пользователя возможность взаимодействия через элементы управления.

В зависимости от места использования презентации различаются определенными особенностями:

Презентация, созданная для самостоятельного изучения, может содержать все присущие ей элементы, иметь разветвленную структуру и рассматривать объект презентации со всех сторон.

Презентация, созданная для поддержки какого-либо мероприятия или события, отличается большей минималистичностью и простотой в плане наличия мультимедиа и элементов дистанционного управления, обычно не содержит текста, так как текст проговаривается ведущим, и служит для наглядной визуализации его слов.

Презентация, созданная для видеодемонстрации, не содержит интерактивных элементов, включает в себя видеоролик об объекте презентации, может содержать также текст и аудиодорожку.

Основная цель презентации помочь донести требуемую информацию об объекте презентации.

**Круглый стол** организуется следующим образом:

1) Преподавателем формулируются вопросы, обсуждение которых позволит всесторонне рассмотреть проблему;
2) Вопросы распределяются по подгруппам и раздаются участникам для целенаправленной подготовки;
3) Для освещения специфических вопросов могут быть приглашены специалисты (исследователь детского движения) либо эту роль играет сам преподаватель;
4) В ходе занятия вопросы раскрываются в определенной последовательности.
5) Выступления специально подготовленных студентов обсуждаются и дополняются. Задаются вопросы, студенты высказывают свои мнения, спорят, обосновывают свою точку зрения.

**Дискуссия**, как особая форма всестороннего обсуждения спорного вопроса в публичном собрании, в частной беседе, споре, реализуется в дисциплине, как коллективное обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставление информации, идей, мнений, предложений.

Целью проведения дискуссии в этом случае является обучение, тренинг, изменение установок, стимулирование творчества и др.

В проведении дискуссии используются различные организационные методики:

- *Методика «вопрос – ответ»* – разновидность простого собеседования; отличие состоит в том, что применяется определенная форма постановки вопросов для собеседования с участниками дискуссии-диалога.
- *Методика «лабиринта»* или метод последовательного обсуждения – своеобразная шаговая процедура, в которой каждый последующий шаг делается другим участником. Обсуждению подлежат все решения, даже неверные (тупиковые).
- *Методика «эстафеты»* – каждый заканчивающий выступление участник передает слово тому, кому считает нужным.

Практические занятия по разным темам проводятся по мере освоения лекционного курса с целью углубления и конкретизации знаний, полученных в ходе слушания лекций.

Приложение 1

**Структура и содержание дисциплины «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин»**
**по специальности**
**23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»**
**Профиль «Спортивные транспортные средства»**

| | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Рефер. | К/р | Э | З |
| **1.** | **Введение. Эксплуатационные качества и свойства тракторов. Характеристики тракторных двигателей.** | 8 | 1 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| **2.** | *Работа №1* **«Внешняя скоростная характеристика двигателя»** | 8 | 2 | | 2 | | 2 | | | | + | | | | |
| **3.** | **Основные сведения о грунтах и почве** | 8 | 3 | | | | 2 | | | | | | | | |
| **4.** | **Процессы трогания и разгона МТА** | 8 | 3 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| **5.** | **Защита** *работы №1* | 8 | 4 | | 2 | | 2 | | | | + | | | | |
| **6.** | **Гидродинамическая и гидрообъемная передачи** | 8 | 5 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| **7.** | *Работа №2* **«Разгон МТА»** | 8 | 6 | | 2 | | 2 | | | | + | | | | |
| **8.** | **Кинематика и динамика гусеничного движителя** | 8 | 7 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **9.** | **Защита** *работы №2* | 8 | 8 | | 2 | | 2 | | | | + | | | | |
| **10.** | **Продольная устойчивость колесного трактора** | 8 | 9 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| **11.** | *Работа №3* **«Согласование работы двигателя и ГТР»** | 8 | 10 | | 2 | | 2 | | | | + | | | | |
| **12.** | **Тяговый расчет трактора** | 8 | 11 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| **13.** | **Защита** *работы №3* | 8 | 12 | | 2 | | 2 | | | | + | | | | |
| **14.** | **Основы теории поворота гусеничных тракторов** | 8 | 13 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| **15.** | *Работа №4* **«Продольная устойчивость колесного трактора»** | 8 | 14 | | 2 | | 2 | | | | + | | | | |
| **16.** | **Плавность хода трактора** | 8 | 15 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| **17.** | *Работа №5* **«Поворот гусеничного трактора»** | 8 | 16 | | 2 | | 2 | | | | + | | | | |
| **18.** | **Обзорная лекция** | 8 | 17 | 2 | | | | | | | | | | | |
| **19.** | **Защита** *работ №4 и №5* | 8 | 18 | | 2 | | 2 | | | | + | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **Аттестация** | 8 | | | | | | | | | | | | | 3 |
| | **Итого за 8 семестр** | | **18** | **18** | **18** | | **36** | | | | | | | | **3** |
| | **Итого** | | 18 | 18 | 18 | | 36 | | | | | | | | 3 |

Приложение 2
к рабочей программе

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

Направление подготовки: 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства
Профиль: Спортивные транспортные средства
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: Наземные транспортные средства

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

**Составитель:** Щетинин Юрий Сергеевич, профессор

Москва, 2022 год

Таблица 1

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| **Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО **23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства"** | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИН-ДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВ-КА** | | | | |
| ПК-3 | Способен провести конструкторские работы по созданию АТС | **знать:**<br>• особенности влияния различных конструктивных и эксплуатационных факторов на показатели функционирования наземных транспортных средств<br>**уметь:**<br>• составлять перечень исходных данных, наличие которых необходимо при формировании расчетных моделей<br>**владеть:**<br>• методами постановки технической задачи для целей ее последующего | самостоятельная работа, лекции, практические занятия | УО | **Базовый уровень**<br>– способен решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям.<br>**Повышенный уровень**<br>– способен решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | решения | | | |
| | | **знать:**<br>• особенности используемых на практике показателей эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов<br>**уметь:**<br>• рассчитывать основные оценочные параметры эксплуатационных свойств автомобиля и трактора<br>**владеть:**<br>• методами анализа результатов расчета | самостоятельная работа, лекции, практические занятия | УО | **Базовый уровень**<br>– способен решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям.<br>**Повышенный уровень**<br>– способен решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям. |
| | | **знать:**<br>• закономерности влияния параметров автомобиля и трактора на их эксплуатационные качества<br>**уметь:**<br>• разрабатывать математические модели и алгоритмы их реализации<br>• грамотно выбирать исходные данные для расчетов<br>• анализировать результаты расчетов<br>**владеть:**<br>• навыками работы с | самостоятельная работа, лекции, практические занятия | УО | **Базовый уровень**<br>– способен решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям.<br>**Повышенный уровень**<br>– способен решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении по указанным закрепленным за дисциплиной знаниям, умениям и владениям. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | прикладными программами | | | |

Приложение 3
к рабочей программе

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин»**

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Устный опрос собеседование, (УО) | Средство контроля, организованное как специальная 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. | Вопросы по темам/разделам дисциплины |

## Контрольные вопросы для проверки знаний по дисциплине

1. Какими критериями оценивается производительность транспортной машины? От каких кинематических и силовых параметров транспортной машины зависит этот критерий?
2. Какие механические характеристики грунта являются основным показателем, влияющим на тягово-сцепные качества транспортной машины? Какими параметрами оцениваются эти характеристики?
3. В чем заключается вредная сущность процесса уплотнения почвы транспортными машинами? Какие нормативные показатели используются в практике для оценки уплотнения почвы? Каковы пути снижения уплотняющего воздействия движителей на почву?
4. Силы сопротивления гусеничного движителя 1-ой и 2-ой группы. Их физическая сущность. Как эти силы учитываются при выполнении расчетов?
5. Привести графики приближенных расчетных эпюр давлений на почву гусеничных транспортных машин при различном положении их центров давления по длине гусеницы (пояснить используемые обозначения).
6. Как определить на ровном поле координату центра давления гусеничной транспортной машины, движущейся с постоянной скоростью, если известны вес транспортной машины, сила тяги на крюке, а также соответствующие координаты приложения этих сил?
7. Критерий продольной устойчивости колесной транспортной машины по опрокидыванию на подъеме
8. Критерий продольной устойчивости колесной транспортной машины по сползанию и по сцеплению на подъеме
9. Понятие о продольной динамической устойчивости колесной транспортной машины по условиям ее управляемости

10. Критерии продольной устойчивости гусеничной транспортной машины по сползанию на подъеме
11. Какими конструктивными решениями можно увеличить: предельные углы подъема (спуска) по опрокидыванию; предельные углы подъема (спуска) по сползанию; предельные углы подъема (спуска) по сцеплению; критический угол подъема трактора по управляемости.
12. Каким образом можно преодолеть подъем с углом, превышающим предельный угол по сцеплению?
13. Привести схему сил, действующих на транспортную машину при ее движении с ускорением на подъеме (пояснить используемые обозначения).
14. Буксование транспортной машины. Коэффициент буксования и КПД буксования. Связь между ними.
15. Коэффициент сцепления. Методика определения коэффициентов сопротивления качению, сцепления и буксования
16. Баланс мощности транспортной машины при ее прямолинейном движении. Как определяются основные составляющие этого баланса?
17. Динамическая модель разгона транспортной машины. Уравнения движения.
18. Привести диаграмму ("с полкой") разгона транспортной машины с места и отметить на ней точки характерных моментов времени разгона (пояснить используемые обозначения).
19. Привести диаграмму ("треугольную") разгона транспортной машины с места и отметить на ней точки характерных моментов времени разгона (пояснить используемые обозначения).
20. Методика приведение движущихся масс транспортной машины к первичному валу трансмиссии.
21. Почему использование увеличителя крутящего момента облегчает разгон агрегата?
22. Как повлияет на параметры разгона учет буксования движителя?
23. Конструкционная и эксплуатационная массы транспортной машины. Как осуществляется их подбор при тяговом расчете?
24. Теоретическая и действительная скорость транспортной машины. Как они определяются при тяговом расчете для всех передач основного (рабочего) диапазона с механической трансмиссией, если известны знаменатель геометрической прогрессии ряда передаточных чисел и передаточное число первой передачи?
25. От чего зависит величина силы сопротивления качению транспортной машины? Как она определяется в процессе тягового расчета?

26. От чего зависит величина потребной номинальной мощности транспортной машины? Как она определяется в процессе тягового расчета?
27. Потенциальная тяговая характеристика транспортной машины и ее анализ.
28. Методика построения теоретической тяговой характеристики транспортной машины со ступенчатой трансмиссией.
29. Внешняя скоростная характеристика дизельного двигателя.
30. Способы согласования желаемых режимов работы двигателя и непрозрачного гидротрансформатора.
31. Преимущества и недостатки гидродинамической передачи. Пояснить графиками выходной характеристики.
32. Привести графики выходной характеристики ГМТ транспортной машины с комплексной гидропередачей (пояснить используемые обозначения).
33. Привести графики безразмерной характеристики комплексной гидропередачи (отметить рекомендуемый рабочий диапазон и пояснить используемые обозначения).
34. Совместная работа двигателя и гидротрансформатора, входящего в состав ГМТ транспортной машины. Что представляет собой их характеристика совместной работы? Способы согласования желаемых режимов работы двигателя и непрозрачного гидротрансформатора.
35. Кинематика поворота гусеничной транспортной машины. Какое существует соотношение между скоростями гусениц?
36. Как осуществляется классификация механизмов поворота гусеничных транспортных машин (ответ пояснить необходимыми схемами)? Привести примеры.
37. Как определить теоретический расчетный радиус поворота гусеничной транспортной машины, если известны: ширина колеи трактора $B$ и теоретические относительные скорости отстающей $V_1$ и забегающей $V_2$ гусениц?
38. Привести схему сил и моментов, действующих на гусеничную транспортную машину при ее равномерном повороте на ровной площадке с прицепом.
39. Как определяются момент и коэффициент сопротивления повороту гусеничной транспортной машины? Их зависимость от радиуса поворота. Пояснить ответ соответствующим графиком.
40. Как определяются силы тяги и торможения соответственно на забегающей и отстающей гусеницах транспортной машины при ее равномерном повороте, если известны момент сопротивления повороту $M_c$ и сила сопротивления качению $P_f$ ?

41. Привести схему сил и моментов, действующих на гусеничную транспортную машину при ее повороте с радиусом, меньше свободного (пояснить используемые обозначения).
42. Привести схему сил и моментов, действующих на гусеничную транспортную машину при ее повороте с радиусом $R=R_{св}$ (пояснить используемые обозначения).
43. Привести схему сил и моментов, действующих на гусеничную транспортную машину при ее повороте с радиусом $R>R_{св}$ (пояснить используемые обозначения).
44. Общий мощностной баланс гусеничной транспортной машины при ее повороте. Как определяется мощность, затрачиваемая транспортной машиной на преодоление внешних сопротивлений его движению?
45. Как влияют геометрические параметры движителя гусеничной транспортной машины (L и B) на его поворачиваемость?
46. Понятие рекуперации мощности при повороте гусеничной транспортной машины с расчетными радиусами поворота.
47. Распределение потоков мощности в МП с муфтами поворота при повороте с радиусом, меньше свободного.
48. Распределение потоков мощности в МП с муфтами поворота при повороте с радиусом, равным свободному.
49. Распределение потоков мощности в МП с муфтами поворота при повороте с радиусом, больше свободного.
50. Распределение потоков мощности в бесступенчатом МП при повороте с радиусом, равным свободному.
51. Распределение потоков мощности в бесступенчатом МП при повороте с радиусом, меньше свободного.
52. Распределение потоков мощности в бесступенчатом МП при повороте с радиусом, больше свободного.
53. Какие необходимо знать параметры, чтобы определить частоты собственных колебаний транспортной машины?
54. В чем проявляется вредное воздействие колебаний при работе транспортной машины?
55. В чем заключается сущность резонанса колебаний подрессоренного корпуса транспортной машины?
56. С какой целью в теории подрессоривания гусеничных транспортных машин используется понятие «приведенная подвеска опорного катка»? В чем заключается метод теоретической замены реальной подвески приведенной подвеской?