

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор-проректор
по научной работе

_____ А.В. Коржов

«_____» _____ 2022 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальной дисциплине:

Научная специальность: **2.5.11 Наземные транспортно-технологические
средства и комплексы**

Разработчики:

- 1. Гаврилов К.В., д.т.н., доцент, зав. каф КГМ*
- 2. Кондаков С.В., д.т.н., доцент, профессор каф. КГМ*
- 3. Трояновская И.П., д.т.н., профессор, профессор каф. КГМ*

Челябинск 2022 г.

1. Программа кандидатского экзамена по специальности

2.5.11 Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

Технико-экономические характеристики машины, их оценочные показатели. Этапы развития и роль теории движения в прогнозировании основных свойств проектируемой транспортной машины. Плоское движение эластичного колеса по недеформируемой опорной поверхности. Кинематические и силовые характеристики колеса, сцепление с опорной поверхностью, сопротивление качению. Напряжения и деформации в контакте эластичного колеса с дорогой. Эластичное колесо как передаточный механизм. Кинематика гусеничной цепи. Особенности кинематики звенчатой гусеницы. Коэффициент неравномерности. Демпфирующие факторы. Статика и динамика гусеничного обвода. Статическое натяжение гусеницы. Натяжение от центробежных сил. Полное натяжение гусеницы. Потери в гусеничном движителе. Коэффициент полезного действия гусеничного движителя, влияние предварительного натяжения и скорости движения машины на к.п.д. Движение эластичного колеса по деформируемой опорной поверхности. Сопротивление движению, сцепление колеса на деформируемой опорной поверхности. Взаимодействие гусеницы с деформируемым основанием. Давление на опорную поверхность и погружение гусеницы. Распределение нормальных давлений под гусеницами. Сцепление гусеницы с грунтом и коэффициент сцепления. Буксование гусеницы. Потери мощности на буксование. Особенности взаимодействия колесного и гусеничного движителей с сыпучими опорными поверхностями и снежным покровом. Силы, действующие на транспортную машину. Движущая сила и силы сопротивления движению. Потери энергии при движении. Уравнение прямолинейного движения машины. Силы тяги: потребная, по сцеплению с грунтом, по двигателю. Тяговая, динамическая и мощностная характеристики. Приемистость машины со ступенчатой и бесступенчатой трансмиссиями. Ускорение, время и путь разгона колесной и

гусеничной машины. Оценочные показатели тягово-скоростных свойств. Экспериментальный и расчетный методы определения оценочных показателей. Нормирование показателей. Предельные параметры движения по сцеплению. Влияние тяговой характеристики на среднюю скорость движения и топливную экономичность. Содержание и задачи проектного и проверочного тяговых расчетов. Распределение сил и моментов по колесам при прямолинейном движении многоосных и полноприводных АТС. Циркуляция мощности. Динамические явления в трансмиссии. Динамические модели торможения. Методы расчета замедления машины и тормозного пути. Понятие об эффективности торможения методы её оценки. Оценочные показатели тормозных свойств. Экспериментальный и расчетный методы определения оценочных показателей. Нормирование показателей. Влияние распределения тормозных сил по колесам на эффективность торможения. Оптимизация распределения тормозных сил. Пути улучшения тормозных свойств. Способы и кинематика поворота машины. Особенности кинематики поворота автомобильных и тракторных поездов, сочлененных машин. Боковой увод при установившемся и неустановившемся движении колеса. Влияющие на него факторы. Качение эластичного колеса по криволинейной траектории. Силы, действующие на колесо при этом. Качение колеса с развалом и схождение. Стабилизирующий момент шины. Уравнения криволинейного движения многоосного АТС. Принцип поворота гусеничной машины. Кинематический фактор механизма поворота. Понятие об устойчивости движения и положении. Силы, действующие на машину в общем случае её криволинейного движения. Критическая скорость кругового движения по боковому скольжению, опрокидывания, сползания, потери курсовой устойчивости. Влияние на критические скорости продольных сил и их распределение по колесам. Влияние бокового крена и параметров подвески. Критические углы косогора по боковому скольжению и опрокидыванию. Устойчивость на косогоре по скольжению. Допустимый курсовой угол на косогоре. Устойчивость при действии случайных внешних

сил. Аэродинамическая устойчивость. Устойчивость при торможении. Понятие управления и управляемости. Транспортная машина, как объект управления и регулирования. Управляемость, как эксплуатационное свойство автотранспортного средства. Оценочные показатели управляемости и их нормирование. Уравнение кругового движения. Поворачиваемость автотранспортного средства и её влияние на управляемость. Переходные процессы. Колебание управляемых лес относительно осей поворота колес (шкворней). Стабилизация управляемых колес. Автоколебания управляемых колес. Понятие плавности хода. Оценочные параметры и нормы. Влияние плавности хода на производительность, топливную экономичность и безопасность движения автотранспортных средств. Характеристика опорной поверхности, как причины возмущающих воздействий. Расчетные уравнения свободных и вынужденных колебаний двухосных и многоосных автотранспортных средств. Парциальные частоты, коэффициенты связи, параметры, характеризующие гашение колебаний. Амплитудно-частотная характеристика. Параметры, определяющие плавность хода гусеничной машины. Понятие о проходимости по твердым, деформируемым, сыпучим грунтам и снегу. Методы оценки проходимости. Оценочные показатели проходимости и их нормирование. Влияние на проходимость различных конструктивных и эксплуатационных факторов. Преодоление препятствий. Профильная проходимость транспортных машин. Опорная проходимость. Движение эластичного колеса по деформируемой опорной поверхности. Сопротивление движению, сцепление колеса на деформируемой опорной поверхности. Взаимодействие гусеницы с деформируемым основанием. Давление на опорную поверхность и погружение гусеницы. Распределение нормальных давлений под гусеницами. Сцепление гусеницы с грунтом и коэффициент сцепления. Буксование гусеницы. Потери мощности на буксование. Особенности взаимодействия колесного и гусеничного движителей с сыпучими опорными поверхностями и снежным покровом. Связь топливной экономичности транспортной машины с энергетической

программой страны. Значение улучшения топливной экономичности транспортный машин для народного хозяйства. Оценочные параметры топливной экономичности. Нормы топливной экономичности. Расчетные методы определения оценочных показателей топливной экономичности. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на топливную экономичность. Пути улучшения топливной экономичности автотранспортных средств и тракторов. Применение альтернативных топлив для уменьшения расхода топлива нефтяного происхождения. Связь топливной экономичности с загрязнением окружающей среды. Назначение и основные требования к трансмиссии. Классификация трансмиссий. Оценка различных типов и схем трансмиссий и их механизмов. Прогрессивные трансмиссии. Основные характеристики гидравлических, электрических и механических бесступенчатых передач. Характер нагружения агрегатов, узлов и деталей трансмиссий транспортных машин. Внешние и внутренние возмущения. Статистические характеристики внешних возмущений. Кинематический анализ трансмиссий, передаточные числа механизмов и их выбор. Основные и раздаточные коробки передач. Требования, анализ конструкций. Исходные данные для расчета. Общие принципы выбора конструктивных схем. Определение передаточных чисел. Методы расчета основных деталей. Технические требования, обуславливаемые назначением и областями использования машин с учетом этапов их жизненного цикла. Типы нормативных документов, регламентирующих структуру, состав, основные свойства и порядок создания машин разного назначения. Унификация и стандартизация. Основы технико-экономической оценки эффективности. Понятие о качестве и сертификации образцов. Особенности экологического воздействия на окружающую среду. Колесная и гусеничная машина, как часть системы «машина-водитель-внешняя среда». Силовой и мощностной баланс колесного и гусеничного движителя. Влияние основных конструктивных параметров на тягово-экономические показатели работы колесного и гусеничного движителя. Уравнение тягового и мощностного

баланса машины. Тягово-скоростные свойства колесной и гусеничной машины. Динамический фактор. Динамическая характеристика и мощностная диаграмма машины. Оценочные показатели управляемости колесной и гусеничной машины. Показатели плавности хода и пути её повышения. Способы поворота колесной и гусеничной машины, показатели оценки поворотливости. Уравнения криволинейного движения, кинематика и динамика процесса поворота. Определение базовых параметров машины, выбор числа осей (опорных катков), удельных показателей и общих компоновочных решений. Расчетные схемы типовых агрегатов, уравнения связи между параметрами агрегатов и их функциональными свойствами. Динамические нагрузки в агрегатах колесных и гусеничных машин и методы их снижения. Виды лабораторных и дорожных испытаний. Принципы и методы форсированных испытаний.

2. ВОПРОСЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

1. Техничко-экономические характеристики машины, их оценочные показатели. Этапы развития и роль теории движения в прогнозировании основных свойств проектируемой транспортной машины.

2. Плоское движение эластичного колеса по недеформируемой опорной поверхности. Кинематические и силовые характеристики колеса, сцепление с опорной поверхностью, сопротивление качению.

3. Напряжения и деформации в контакте эластичного колеса с дорогой. Эластичное колесо как передаточный механизм.

4. Кинематика гусеничной цепи. Особенности кинематики звенчатой гусеницы. Коэффициент неравномерности. Демпфирующие факторы.

5. Статика и динамика гусеничного обвода. Статическое натяжение гусеницы. Натяжение от центробежных сил. Полное натяжение гусеницы.

6. Потери в гусеничном движителе. Коэффициент полезного действия гусеничного движителя, влияние предварительного натяжения и скорости движения машины на к.п.д.

7. Движение эластичного колеса по деформируемой опорной поверхности. Сопротивление движению, сцепление колеса на деформируемой опорной поверхности. Взаимодействие гусеницы с деформируемым основанием. Давление на опорную поверхность и погружение гусеницы. Распределение нормальных давлений под

гусеницами. Сцепление гусеницы с грунтом и коэффициент сцепления. Буксование гусеницы. Потери мощности на буксование. Особенности взаимодействия колесного и гусеничного движителей с сыпучими опорными поверхностями и снежным покровом.

8. Силы, действующие на транспортную машину. Движущая сила и силы сопротивления движению. Потери энергии при движении. Уравнение прямолинейного движения машины. Силы тяги: потребная, по сцеплению с грунтом, по двигателю. Тяговая, динамическая и мощностная характеристики.. Приемистость машины со ступенчатой и бесступенчатой трансмиссиями. Ускорение, время и путь разгона колесной и гусеничной машины.

9. Оценочные показатели тягово-скоростных свойств. Экспериментальный и расчетный методы определения оценочных показателей. Нормирование показателей. Предельные параметры движения по сцеплению.

10. Влияние тяговой характеристики на среднюю скорость движения и топливную экономичность. Содержание и задачи проектного и проверочного тяговых расчетов.

11. Распределение сил и моментов по колесам при прямолинейном движении многоосных и полноприводных АТС. Циркуляция мощности. Динамические явления в трансмиссии.

12. Динамические модели торможения. Методы расчета замедления машины и тормозного пути. Понятие об эффективности торможения методы её оценки. Оценочные показатели тормозных свойств. Экспериментальный и расчетный методы определения оценочных показателей. Нормирование показателей. Влияние распределения тормозных сил по колесам на эффективность торможения. Оптимизация распределения тормозных сил. Пути улучшения тормозных свойств.

13. Способы и кинематика поворота машины. Особенности кинематики поворота автомобильных и тракторных поездов, сочлененных машин. Боковой увод при установившемся и неустановившемся движении колеса. Влияющие на него факторы. Качение эластичного колеса по криволинейной траектории. Силы, действующие на колесо при этом. Качение колеса с развалом и схождение. Стабилизирующий момент шины.

14. Уравнения криволинейного движения многоосного АТС.

15. Принцип поворота гусеничной машины. Кинематический фактор механизма поворота.

16. Понятие об устойчивости движения и положении. Силы, действующие на машину в общем случае её криволинейного движения. Критическая скорость кругового движения по боковому скольжению, опрокидывания, сползания, потери курсовой устойчивости. Влияние на критические скорости продольных сил и их распределение по колесам. Влияние бокового крена и параметров подвески. Критические углы косогора по боковому скольжению и опрокидыванию. Устойчивость на косогоре по скольжению. Допустимый курсовой угол на косогоре. Устойчивость при действии случайных внешних

сил. Аэродинамическая устойчивость. Устойчивость при торможении.

17. Понятие управления и управляемости. Транспортная машина, как объект управления и регулирования. Управляемость, как эксплуатационное свойство автотранспортного средства. Оценочные показатели управляемости и их нормирование. Уравнение кругового движения. Поворачиваемость автотранспортного средства и её влияние на управляемость. Переходные процессы. Колебание управляемых лес относительно осей поворота колес (шкворней). Стабилизация управляемых колес. Автоколебания управляемых колес.

18. Понятие плавности хода. Оценочные параметры и нормы. Влияние плавности хода на производительность, топливную экономичность и безопасность движения автотранспортных средств. Характеристика опорной поверхности, как причины возмущающих воздействий. Расчетные уравнения свободных и вынужденных колебаний двухосных и многоосных автотранспортных средств. Парциальные частоты, коэффициенты связи, параметры, характеризующие гашение колебаний. Амплитудно-частотная характеристика.

19. Параметры, определяющие плавность хода гусеничной машины.

20. Понятие о проходимости по твердым, деформируемым, сыпучим грунтам и снегу. Методы оценки проходимости. Оценочные показатели проходимости и их нормирование. Влияние на проходимость различных конструктивных и эксплуатационных факторов. Преодоление препятствий. Профильная проходимость транспортных машин. Опорная проходимость.

21. Движение эластичного колеса по деформируемой опорной поверхности. Сопротивление движению, сцепление колеса на деформируемой опорной поверхности. Взаимодействие гусеницы с деформируемым основанием. Давление на опорную поверхность и погружение гусеницы. Распределение нормальных давлений под гусеницами. Сцепление гусеницы с грунтом и коэффициент сцепления. Буксование гусеницы. Потери мощности на буксование. Особенности взаимодействия колесного и гусеничного движителей с сыпучими опорными поверхностями и снежным покровом.

22. Связь топливной экономичности транспортной машины с энергетической программой страны. Значение улучшения топливной экономичности транспортных машин для народного хозяйства. Оценочные параметры топливной экономичности. Нормы топливной экономичности. Расчетные методы определения оценочных показателей топливной экономичности. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на топливную экономичность. Пути улучшения топливной экономичности автотранспортных средств и тракторов. Применение альтернативных топлив для уменьшения расхода топлива нефтяного происхождения. Связь топливной экономичности с загрязнением окружающей среды.

23. Назначение и основные требования к трансмиссии. Классификация трансмиссий. Оценка различных типов и схем трансмиссий и их механизмов. Прогрессивные трансмиссии. Основные характеристики гидравлических,

электрических и механических бесступенчатых передач.

24. Характер нагружения агрегатов, узлов и деталей трансмиссий транспортных машин. Внешние и внутренние возмущения. Статистические характеристики внешних возмущений.

25. Кинематический анализ трансмиссий, передаточные числа механизмов и их выбор.

26. Основные и раздаточные коробки передач. Требования, анализ конструкций. Исходные данные для расчета. Общие принципы выбора конструктивных схем. Определение передаточных чисел. Методы расчета основных деталей.

27. Технические требования, обуславливаемые назначением и областями использования машин с учетом этапов их жизненного цикла.

28. Типы нормативных документов, регламентирующих структуру, состав, основные свойства и порядок создания машин разного назначения. Унификация и стандартизация. Основы технико-экономической оценки эффективности. Понятие о качестве и сертификации образцов. Особенности экологического воздействия на окружающую среду.

29. Колесная и гусеничная машина, как часть системы «машина-водитель-внешняя среда». Силовой и мощностной баланс колесного и гусеничного движителя. Влияние основных конструктивных параметров на тягово-экономические показатели работы колесного и гусеничного движителя. Уравнение тягового и мощностного баланса машины. Тягово-скоростные свойства колесной и гусеничной машины. Динамический фактор. Динамическая характеристика и мощностная диаграмма машины. Оценочные показатели управляемости колесной и гусеничной машины.

3. Литература

3.1. основная литература

1. Агейкин Я.С. Специальные главы теории автомобиля [Текст]: учеб. пособие по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / Я.С. Агейкин; Моск. гос. индустриал. ун-т. – М.: МГИУ, 2008. – 147 с.

2. Агейкин Я.С. Теория автомобиля [Текст]: учеб. пособие по специальности «Автомобиле- и тракторостроение» / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская; Моск. гос. индустр. ун-т. – М. : МГИУ, 2008. – 318 с.

3. Антонов Д.А. Теория устойчивости движения многоосных автомобилей. – М.: Машиностроение, 1978. – 216 с.

4. Аэродинамика автомобиля / под ред. В.Г. Гухо. – М.: Машиностроение, 1987. – 422 с.

5. Проектирование полноприводных колесных машин Т. 1: учеб. для втузов: в 2 т. / Б. А. Афанасьев, Н. Ф. Бочаров, Л. Ф. Жеглов и др.; под общ. ред. А.А. Полунгяна. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 486 с.

6. Конструирование и расчет колесных машин высокой проходимости: Расчет агрегатов и систем: учебник для студентов машиностроит. спец. вузов

/ Н.Ф. Бочаров, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.; под общ. ред. Н.Ф. Бочарова, Л.Ф. Жеглова. – М.: Машиностроение, 1994. – 402 с.

7. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов и др.; под общ. ред. В.М. Приходько. – М.: Машиностроение, 2004. – 704 с.

8. Высоцкий, М.С. Грузовые автомобили: Проектирование и основы конструирования / М.С. Высоцкий, Л.Х. Гилелес, С.Г. Херсонский. – М.: Машиностроение, 1995. – 256 с.

9. Забавников Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин. М.: Машиностроение, 1975. – 448 с.

10. Кнороз В.И. Тракторы и автомобили: учеб. для с.-х. и мелиор. техникумов по спец. «Механизация гидромелиор. работ». – М.: Колос, 1992. – 512 с.

11. Литвинов А.С. и др. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобил. хоз-во» / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.: ил.

12. Мацкерле Ю. Современный экономичный автомобиль / пер. с чешского. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.

13. Пирковский Ю.В. Теория движения полноприводного автомобиля: прикладные вопросы оптимизации конструкции шасси [Текст]: учеб. пособие для вузов по специальности «Автомобили и тракторы» / Ю.В. Пирковский, С.Б. Шухман. – М.: ЮНИТИ-ДАНА: Элит-2000, 2001. – 230 с.: ил.

14. Многоцелевые гусеничные шасси / В.Ф. Платонов, В.С. Кожевников и др. М.: Машиностроение, 1996.

3.2. Дополнительная литература

15. Проектирование полноприводных колесных машин [Текст]: Т. 3 / Б.А. Афанасьев и др.: учеб. для втузов по специальностям «Автомобиле- и тракторостроение». «Многоцелевые гусенич. и колес. Машины» направления «Трасп. машины и трансп.-технол. Комплексы»: в 3 т. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 431 с.

16. Проектирование полноприводных колесных машин [Текст] Т. 2 / Б.А. Афанасьев и др.: учеб. для втузов по специальностям «Автомобиле- и тракторостроение». «Многоцелевые гусенич. и колес. Машины» направления «Трасп. машины и трансп.-технол. Комплексы»: в 3 т. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 527 с.

17. Проектирование полноприводных колесных машин [Текст] Т. 1 / Б.А. Афанасьев и др.: учеб. для втузов по специальностям «Автомобиле- и тракторостроение». «Многоцелевые гусенич. и колес. Машины» направления «Трасп. Машины и трансп.-технол. комплексы: в 3 т. / под ред. А. А.. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 495 с.

18. Родионов В.Ф., Фиттерман Б.М. Проектирование легковых автомобилей. М.: Машиностроение, 1980. – 479 с.

19. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

20. Энциклопедия машиностроения. Т. IV-15. Колесные и гусеничные машины. М.: Машиностроение, 1995.

21. Кравец В.Н. Теория автомобиля: учебник / В.Н. Кравец; Нижегород. гос. техн. ун-т – 2-е изд., переработ. Нижний Новгород, 2013. – 413 с.

4. Процедура проведения экзамена

Билет состоит из 3 вопросов. Оценка ответов по каждому вопросу производится по пятибалльной шкале и выставляется согласно критериям, приведенным в таблице.

Оценка	Критерии
5	<ol style="list-style-type: none">1. Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.2. Демонстрируются глубокие знания по технологии транспортных процессов.3. Делаются обоснованные выводы.4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.5. Сформированы навыки исследовательской деятельности.
4	<ol style="list-style-type: none">1. Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно.2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.5. Продемонстрированы навыки исследовательской деятельности.
3	<ol style="list-style-type: none">1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин по технологии транспортных процессов.3. Имеются затруднения с выводами.4. Определения и понятия даны не чётко.5. Навыки исследовательской деятельности представлены
2	<ol style="list-style-type: none">1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по технологии транспортных процессов.2. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии.3. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.4. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.

1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Материал не излагается. 2. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии. 3. Не даны основные определения. 4. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.
---	--