

**Министерство образования и науки Кыргызской Республики**

**Кыргызский Государственный технический университет  
им. И. Раззакова**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по НР и ВС

д.ф-м.н., профессор

\_\_\_\_\_ Султаналиева Р.М.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ПРОГРАММА**

**ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ**

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.03 "КОЛЕСНЫЕ И ГУСЕНИЧНЫЕ МАШИНЫ"**

Бишкек 2018

## **ВВЕДЕНИЕ**

В экономике республики, ее транспортных отраслях, ВУЗах, научно-исследовательских и других организаций, участвующих в создании и развитии автотракторной науки, произошли и продолжают происходить изменения, связанные с новыми экономическими условиями, поступают в эксплуатацию новые виды автомобилей, тракторов и быстроходных гусеничных машин (колесных и гусеничных машин), новые эксплуатационные материалы, вводятся новые системы информации, управления, уточняются требования, предъявляемые к колесным и гусеничным машинам, главные нормативные документы - ГОСТы, ОСТы, правила ЕЭК ООН и др.

Эти важные концептуальные изменения, с учетом текущего состояния, основных направлений и тенденций развития мирового автомобиле- и тракторостроения отражены в программе вступительного экзамена в аспирантуру КГТУ им. И.Раззакова по специальности 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины» (по кафедре «Организация перевозок и безопасность движения» и «Автомобильный транспорт»).

### **1. Теория автомобиля и трактора**

Технико-эксплуатационные характеристики машин, их оценочные показатели.

#### **1.1. Механика колесного движителя**

Качение жесткого и эластичного колеса по твердой поверхности. Кинематические и силовые характеристики колеса, его сцепление с опорной поверхностью, сопротивление движению. Напряжения и деформации в контакте пневматической шины с дорогой. Эластичное колесо как передаточный механизм. Качение колеса с развалом и схождение. Динамические явления, имеющие место при качении колеса. Стабилизирующие моменты колеса. Математические модели, используемые для описания поведения колесного движителя для определения тормозной динамики, устойчивости, плавности хода, нагруженности элементов несущих систем транспортного средства и др.

#### **1.2. Механика гусеничного движителя**

Кинематика гусеничного обвода. Общая кинематика гусеничного обвода. Особенности кинематики звенчатой гусеницы. Коэффициент неравномерности движения гусеницы. Статика и динамика гусеничного движителя.

Статическое натяжение гусеницы. Полное натяжение гусеницы. Динамика задней ветви звенчатой гусеницы. Натяжение ветвей гусеничного обвода. Динамические характеристики гусеничного обвода. Математические модели, используемые для описания поведения гусеничного движителя для определения тормозной динамики, плавности хода, нагруженности элементов несущих систем транспортного средства и др.

#### **1.3. Работа движителей на деформируемом грунте**

Классификация и механические свойства грунтов. Движение эластичного колеса по грунту. Сопротивление движению, сцепление и буксование колеса на грунте. Взаимодействие гусеницы с грунтом. Давление на опорную поверхность и

нагружение гусеницы. Сцепление гусеницы с грунтом и коэффициент сцепления. Буксование гусеницы. Потери мощности на буксование.

Особенности взаимодействия колесного и гусеничного движителя с песком и снегом.

#### **1.4. Механика прямолинейного движения машины.**

Сопrotивление движению. Потери энергии при движении. Потери энергии в движителе. Понятие о КПД движителя. Уравнение прямолинейного движения машины в наиболее общем случае. Тяговая и динамическая характеристики, методы их построения. Ускорение, время и путь разгона автомобиля и трактора. Тяговый расчет. Процесс разгона машины с трансмиссиями различных типов (механическими, гидродинамическими, гидрообъемными, электрическими).

Распределение сил и моментов по колесам полноприводного автомобиля. Явление циркуляции мощности. Динамические явления в трансмиссии машины и ее нагружение в процессе трогания с места и разгона.

Динамические модели процесса торможения. Методы расчета тормозного замедления и тормозного пути. Понятие об эффективности торможения и методы ее оценки. Влияние распределения тормозных сил по колесам автомобиля на эффективность торможения. Оптимизация распределения тормозных сил. Особенности торможения машин с прицепом и полуприцепом. Пути улучшения тормозных свойств.

#### **1.5. Плавность хода**

Понятие плавности хода и методы ее оценки, требования и нормы по обеспечению плавности хода. Характеристики опорной поверхности, как причины возмущающих воздействий.

Расчетные схемы для оценки плавности хода многоопорной машины. Динамические модели типичных колебательных систем подвески и их анализ. Колебания машины при движении по дороге со случайным микропрофилем.

Применение средств виртуального моделирования для определения показателей плавности хода транспортных средств на стадии проектирования.

#### **1.6. Криволинейное движение машины. Управляемость и устойчивость**

Способы и кинематика поворота машины. Особенности кинематики поворота машин с прицепом и полуприцепом.

Качение эластичного колеса по криволинейной траектории. Явление бокового увода. Факторы, влияющие на боковой увод. Силы, действующие на колесо при его качении по кривой.

Уравнение криволинейного движения многоосного автомобиля. Уравнение криволинейного движения автопоезда. Распределение по колесам тяговых усилий и боковых реакций. Явление циркуляции мощности при повороте.

Поворот гусеничной машины. Сопrotивление повороту. Влияние внешних сил. Понятие о рекуперации мощности при повороте. Поворот пассивного гусеничного прицепа. Поворот с частичным заносом. Критерии оценки тяговых качеств машины при равномерном повороте. Уравнение криволинейного движения машины без заноса и с частичным заносом.

Понятие об устойчивости машины. Продольная и поперечная устойчивость. Устойчивость опрокидывания, сползания и бокового заноса. Движение по косогору.

Динамическая устойчивость при опрокидывании. Устойчивость машины при торможении.

Управляемость, как свойство системы "машина - водитель - внешняя среда". Нормы и методы по оценке управляемости. Понятие о неустановившемся угле эластичного колеса. Автоколебания управляемых колес автомобиля. Влияние кинематики подвески на управляемость и устойчивость автомобиля.

Понятие о курсовой устойчивости и методы ее оценки. Аэродинамическая устойчивость. Внешние возмущения, вызывающие отклонения машины от траектории.

Избыточная и недостаточная поворачиваемость машин, параметры и характеристики ее обуславливающие.

Применение средств виртуального моделирования для определения показателей управляемости транспортных средств на стадии проектирования.

### **1.7. Топливная экономичность**

Современные требования и методы оценки топливной экономичности машин. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на топливную экономичность. Пути улучшения топливной экономичности.

### **1.8. Проходимость**

Опорная и профильная проходимость. Понятие о проходимости машины по твердым, деформируемым и сыпучим поверхностям. Характеристики грунтов. Методы оценки проходимости. Показатели проходимости. Влияние на проходимость различных конструктивных и эксплуатационных факторов. Преодоление препятствий.

Навигационные качества плавающей машины. Современные методы расчета устойчивости и плавучести. Сопротивление движению плавающей машины по воде. Расчет параметров силовой установки.

### **1.9. Экология**

Источники шума автомобиля. Определение акустической характеристики автомобиля.

## **2. Конструирование и расчет автомобиля и трактора**

### **2.1. Общие сведения**

Основные направления в развитии отечественного автомобиле- и тракторостроения. Особенности эксплуатации автомобилей и тракторов различного назначения. Порядок конструирования и расчета. Технические условия проектного задания. Технологичность конструкции. Прогнозирование и оценка качества автомобиля и трактора. Проблемы обеспечения безопасной эксплуатации автомобиля и трактора.

Основы оценки экономической эффективности автомобилей и тракторов на стадии проектирования. Оценка показателей качества и надежности на стадии проектирования.

Основные виды компоновочных схем автомобилей и тракторов. Общая компоновка автомобиля и трактора. Базовые модели, семейства машин. Выбор основных параметров двигателя и отдельных механизмов. Общая компоновка механизмов. Анализ условий работы механизмов и выявление требований к деталям. Требования к установке агрегатов в автомобиле и тракторе.

Агрегатирование. Работы заводов и научных учреждений по изысканию новых компоновок автомобилей и тракторов.

Методы расчета конструкций. Источники и характер возмущающих воздействий. Детерминированные нагрузки. Случайные нагрузки. Вероятностные методы расчета. Методы компьютерного моделирования, программы расчета и исследований автомобилей и тракторов. Принцип модульности и унификация узлов и агрегатов мобильных машин.

## **2.2. Трансмиссии автомобилей и тракторов**

Назначение и основные требования к трансмиссии. Оценка различных типов и схем трансмиссий и их механизмов. Механические, гидромеханические и электрические трансмиссии.

Основы динамического расчета трансмиссий. Типичные динамические модели трансмиссий автомобилей и тракторов. Определение параметров крутильной системы. Определение частот и форм свободных колебаний. Метод расчета крутильных систем. Демпферы. Выбор места установки демпфера. Переходные процессы в крутильной системе. Передаточные функции многомассовых систем. Расчет переходных процессов.

Фрикционные устройства автомобильных и тракторных трансмиссий. Основные требования к конструкции. Параметры, определяющие надежность работы. Коэффициент запаса. Коэффициент трения рабочих поверхностей. Определение основных размеров фрикционного устройства. Работа буксования. Расчет фрикционного устройства на удельную работу буксования и нагрев. Расчет валов, дисков трения и пружин на прочность. Материалы, применяемые для изготовления деталей фрикционных устройств.

Системы командного и автоматического управления гидромеханическими и механическими трансмиссиями: классификация, типовые структурные схемы; выбор законов переключения передач и автоматической блокировки гидротрансформатора; автоматическая защита трансмиссии.

Основные и раздаточные коробки передач. Исходные данные для расчета. Общие принципы выбора конструктивных схем.

Определение передаточных чисел. Определение нагрузок и методы расчета основных деталей. Выбор подшипников и расчет их работоспособности. Расчет синхронизаторов. Кинематический и силовой анализ планетарных передач. Методика вычисления КПД. Особенности выбора чисел зубьев шестерен и прочностных расчетов деталей планетарных передач. Методы синтеза схем планетарных коробок передач с двумя и тремя степенями свободы.

Надежность коробок передач.

Выбор смазки и уплотнений.

Карданные передачи. Основные требования. Критическое число оборотов карданного вала. Кинематический расчет карданных передач. Влияние схемы карданной передачи на акустическую характеристику автомобиля. Расчеты на прочность и долговечность.

Основные требования и исходные данные для расчета бортовых редукторов. Расчет валов и шестерен. Выбор подшипников, смазки и уплотнений. Оценка

различных конструкций бортовых редукторов. Конструкции и особенности расчета гидромеханических, гидрообъемных передач и электрических мотор колес.

Ведущие мосты. Конструкции главных передач и дифференциалов. Расчет и рекомендации по конструированию простых дифференциалов и дифференциалов повышенного трения. Выбор коэффициента блокировки межколесного дифференциала.

Гибридные силовые установки.

### **2.3. Механизмы управления автомобилей и тракторов**

Основные показатели безопасности. Безопасность движения. Специальные устройства для обеспечения эффективности и безопасности автомобилей и тракторов в нормальных и экстремальных климатических условиях.

Основные данные для расчета тормозных систем. Сравнительная оценка различных типов тормозных систем. Статические и динамические характеристики тормозного привода. Рабочий процесс и конструкции регуляторов тормозных сил. Расчет антиблокировочных устройств. Динамические свойства и передаточные функции тормозных систем с усилителями. Определение нагрузок и расчет основных элементов колодочных, ленточных и дисковых тормозов.

Сервоприводы колесных и гусеничных машин, методы выбора их параметров, элементы конструкции и расчета.

Требования к механизмам поворота гусеничных тракторов. Исходные данные для расчетов. Сравнительная оценка различных типов механизма поворота. Методы синтеза кинематических схем механизмов поворота.

Системы рулевого управления. Компонентная схема и метод оценки. Влияние кинематики рулевого привода на эксплуатационные свойства автомобилей и тракторов. Расчет рулевого привода. Расчет системы рулевого привода на прочность. Динамические свойства и передаточные функции систем рулевого управления с усилителями. Схемы усилителей. Надежность систем рулевого управления. Системы x-by-wire. Электропневматические тормозные системы.

### **2.4. Ходовая часть автомобилей и тракторов**

Компонентные системы подвески. Кинематика и расчет на прочность направляющего аппарата. Расчет нагрузочных характеристик упругих элементов, амортизаторов и стабилизаторов. Оценка долговечности подвески.

Требования к гусеничному движителю. Силы, действующие в гусеничном обводе. Динамические нагрузки при колебаниях ветвей гусениц. Динамика взаимодействия гусениц с опорными катками. Зацепление гусениц с ведущими колесами. Расчет звеньев и шарнирных сочленений. Построение профиля зубьев ведущих колес. Расчет опорных катков. Расчет натяжного устройства и компенсаторов натяжения. Способы повышения долговечности гусеничного движителя.

Применение средств виртуального моделирования (МКЭ и средств моделирования динамики многомассовых механических систем — Multibody Dynamics) для определения показателей нагруженности деталей и узлов подвески транспортных средств на стадии проектирования.

## **2.5. Несущие системы автомобилей и тракторов**

Рамные, сочлененные, безрамные и полурамные основы автомобилей и тракторов. Оценка конструкций и методы их расчета на прочность. Современные методы расчета несущих систем автомобилей.

Метод конечных элементов для расчета несущих систем. Применение ЭВМ для проектирования и расчета несущих систем, кабин, кузовов.

Кузова и кабины. Конструкции и расчет кузовов и кабин. Расположение и компоновка органов управления. Проблемы обитаемости. Вопросы художественного конструирования.

Сервоприводы колесных и гусеничных машин, методы выбора параметров. Элементы конструкции и расчета.

Виды и критерии отказов несущих конструкций транспортных средств, характеризующие их предельное состояние. Расчет прочности и долговечности.

## **3. Испытания автомобилей и тракторов**

Виды и задачи испытаний. Национальные и международные стандарты и нормы на испытания.

Методы экспериментальных исследований. Особенности, виды и способы регистрации измерений, наблюдений измерения. Виды ошибок. Исследование качества и надежности на стадии производства и эксплуатации. Виды испытаний на надежность, методы испытаний, обработка полученных данных с целью оценки надежности.

Обработка экспериментальных данных. Методы вычисления параметров эмпирических формул. Методы машинной обработки результатов эксперимента. Обнаружение и устранение грубых ошибок.

Стратегия эксперимента. Классификация экспериментов. Критерии оценки и основные этапы экспериментальной работы. Организация экспериментов. Математические методы планирования эксперимента. Тактика эксперимента и измерений.

Оформление результатов исследований, представление и способы передачи информации. Определение экономической эффективности научно-исследовательских работ.

Стенды и стендовое испытательное оборудование. Характеристики измерительной и регистрирующей аппаратуры. Преобразование механических величин в электрические. Погрешности различных измерительных систем.

Измерение кинематических параметров механических систем. Измерительные системы, применяемые для определения кинематических параметров.

Измерение шумов и вибраций и применяемые при этом измерительные системы. Характеристики этих систем. Виды лабораторных и дорожных испытаний. Ресурсные испытания в условиях полигона. Методы сравнительных испытаний. Перспективы и направления развития методов лабораторных и дорожных испытаний.

## **1. Рекомендуемая литература**

### **а) основная литература:**

1. Гладов Г.И., Петренко А.М. Специальные транспортные средства (испытания)/ Под ред. Г.И. Гладова. - М.: ООО «Гринлайт +», 2010. - 384 с.

2. Ларин В.В. Теория движения полноприводных колесных машин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.-391 с.

3. Селифонов В.В. Теория автомобиля. Учебное пособие. - М.: ООО «Гринлайт +», 2009. - 208 с.

4. Проектирование полноприводных колесных машин: В 3т. Т1/ Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Г.И. Гладков и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 496 с.

5. Проектирование полноприводных колесных машин: В 3т. Т2/ Б.А. Афанасьев, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 528 с.

6. Проектирование полноприводных колесных машин: В 3т. Т3/ Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 432 с.

7. Шарипов В.М. Конструирование и расчет тракторов. М.: Машиностроение, 2009. - 752 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1975. - 279 с.

2. Барский И.Б. Конструирование и расчет тракторов: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и тракторы». - М.: Машиностроение, 1980.335 с.

3. Безверхий С.Ф., Яценко Н.Н. Основы технологии полигонных испытаний и сертификации автомобилей. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1996.- 600 с.

4. Дайчик М.Л., Пригоровский Н.И., Хуртудов Г.Х. Методы и средства натурной тензометрии: Справочник. - М.: Машиностроение, 1989. - 240 с.

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

6.. Испытания автомобилей / В.Б. Цимбалин, В.Н. Кравец, С.М. Кудрявцев и др. - М.: Машиностроение, 1978. - 199 с.

7. Коробейников А.Т., Шолохов В.Ф., Лихачев В.С. Испытания сельскохозяйственных тракторов. - М.: Машиностроение, 1985. - 240 с.

8. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов. - М.: Машиностроение, 1984. - 376 с.

9. Конструкция автомобиля. Шасси / Под общ. ред. А.Л. Карунина. - М.: МАМИ, 2000. - 528 с.

10. Многоцелевые гусеничные шасси/ В.Ф. Платонов, В.С. Кожевников, В.А. Коробкин, С.В. Платонов; Под ред. В.Ф. Платонова. - М.: Машиностроение, 1998. - 342 с.

11. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: Учебник для студентов автомобильных специальностей вузов. - М.: Машиностроение, 1981.-221 с.

12. Планетарные коробки передач/ В.М. Шарипов, Л.Н. Крумбольдт, А.П.



Маринкин, Е.Л. Рыбин; Под общ. ред. В.М. Шарипова. - М.: МГТУ «МАМИ», 2000. -137 с.

13. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2 т. Т. 1. Учеб. для вузов/ Б. А. Афанасьев, Н.Ф. Бочаров, Л.Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А. А. Полунгяна. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. - 488 с.

14. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2т. Т.2. Учеб. для вузов/ Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов и др.; Под общ. ред. А. А. Полунгяна. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000.- 640 с.

15. Тракторы. Конструкция: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Наземные транспортные системы» и специальности «Автомобиле- и тракторостроение»/ И.П. Ксенович, В.М. Шарипов, Л.Х. Арустамов и др.: Под общ. ред. И.П. Ксеновича, В.М. Шарипова, - М. : Машиностроение, 2000. - 821 с.

16. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов/ И.П. Ксенович, В.В. Гуськов, Н.Ф. Бочаров и др.; Под общ. ред. И.П. Ксеновича. - М.: Машиностроение, 1991. - 544 с.

17. Тракторы. Теория: Учебник для студентов вузов по спец. «Автомобили и тракторы»/ В.в. Гуськов, Н.Н. Велев, Ю.А. Атаманов и др.; Под общ. ред. В.В. Гуськова. - М. Машиностроение, 1988.-376 с.

18. Энциклопедия. Машиностроение. Колесные и гусеничные машины. Т. IV-15/ В.Ф. Платонов, В.С. Азаев, Е.Б. Александров и др.; Под общ. ред. В.Ф. Платонова, 1997, - 688 с.