Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____/Д.С. Гуц/
«30» сентября 2020 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания для поступающих в аспирантуру
по направлению 15.06.01 Машиностроение
программа (профиль) 05.05.03 Колесные
и гусеничные машины

Красноярск 2020

Программа соответствует программе вступительного экзамена, разработанной в Московском государственном техническом университете «МАМИ» кафедрами «Колесные и гусеничные машины» и «Автомобили» им. Е. А. Чудакова в 2011 г.

В основу программы положены следующие дисциплины:

1. Теория автомобиля.
2. Теория трактора.
3. Теория колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин.
4. Конструирование и расчет автомобиля.
5. Конструирование и расчет трактора.
6. Конструирование и расчет колесных и гусеничных транспортно-тяговых машин.
7. Испытания автомобиля.
8. Испытания тракторов и транспортно-тяговых машин.

Помимо этого предполагается знание математических, естественно-научных и общепрофессиональных дисциплин.

Под колесными и гусеничными машинами в тексте программы понимаются автомобили, тракторы и быстроходные гусеничные машины различного назначения.

Основные направления развития автомобиле- и тракторостроения в России. Состояние и тенденции развития мирового автомобиле- и тракторостроения. Научно-технический прогресс в автотракторной промышленности в России и за рубежом. Роль российских ученых, ВУЗов, научно-исследовательских и других организаций в создании и развитии автотракторной науки.

Классификация автомобилей, тракторов и быстроходных гусеничных машин (колесных и гусеничных машин). Основные требования, предъявляемые к колесным и гусеничным машинам. Главные нормативные документы - ГОСТы, ОСТ'ы, правила ЕЭК ООН и др. Роль стандартизации и унификации в создании колесных и гусеничных машин. Патентная чистота конструкции.

Качество, методы определения качества машин, аттестация продукции, карты технического уровня.

1. Теория колесных и гусеничных машин

Технико-эксплуатационные характеристики машин, их оценочные показатели.

Характеристика опорной поверхности

Физико-механические свойства опорной поверхности. Образование грунтов и почвы. Виды грунтов. Гранулометрическая классификация грунтов. Фракционный состав почвы. Скелетный состав минеральных и торфяно-болотистых грунтов. Газы и воды в грунте. Основные показатели грунтов, влияющие на тягово-сцепные качества движителей. Способы их определения.

Сопротивление грунтов сжатию и сдвигу, нормальные и касательные напряжения. Несущая способность грунтов. Сопротивление грунта сдвигу.

Взаимосвязи между нормальными и касательными напряжениями. Структурное сцепление и коэффициент внутреннего трения в различных грунтах.

Фоны почвы: целина, залежь, слежавшаяся пахота, свежая пахота, поле, подготовленное под посев и стерня.

Геометрические характеристики опорной поверхности.

Механика колесного движителя

Прямолинейное движение эластичного колеса по твердой опорной 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 схождением. Динамические явления, имеющие место при качении колеса. Увод колеса и факторы, влияющие на увод. Стабилизирующие моменты, действующие на колесо.

Механика гусеничного движителя

Кинематика гусеничного обвода. Особенности кинематики звенчатой гусеницы. Неравномерность движения гусеницы.

Статика и динамика гусеничного обвода. Предварительное натяжение гусеницы. Полное натяжение гусеницы. Динамика задней ветви звенчатой гусеницы. Натяжение ветвей гусеничного обвода. Динамическая характеристика гусеничного обвода. КПД гусеничного движителя.

Работа движителей на деформируемом грунте

Движение эластичного колеса по грунту. Сопротивление движению, сцепление и буксование колеса на грунте.

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

Образование колеи колесным и гусеничным движителем.

Особенности взаимодействия колесного и гусеничного движителя с песком и снегом.

Уплотняющее воздействие на почву движителей колесных и гусеничных машин. Критерии оценки уплотняющего воздействия на почву. Пути снижения уплотняющего воздействия движителей на почву.

Прямолинейное движение машины

Сопротивление движению. Потери энергии при движении. Потери энергии в движителе. Понятие о коэффициенте полезного действия движителя. Уравнение прямолинейного движения машины в наиболее общем случае. Тяговая и динамическая характеристики. Ускорение, время и путь разгона машины. Тяговый расчет. Процесс разгона машины с трансмиссиями различных типов (механическими, гидродинамическими, гидрообъемными, электрическими).

Распределение сил и моментов по колесам полноприводной колесной машины. Явление циркуляции мощности. Динамические процессы в трансмиссии машины и ее нагружение в процессе трогания с места и разгона.

Динамические модели процесса торможения. Методы расчета тормозно-

го замедления и тормозного пути. Понятие об эффективности торможения и методы ее оценки. Влияние распределения тормозных сил по колесам машины на эффективность торможения. Оптимизация распределения тормозных сил. Особенности торможения машин с прицепом и полуприцепом. Блокировка колес при торможении и пути устранения ее. Пути улучшения тормозных качеств машины.

Плавность хода

Понятие плавности хода и методы ее оценки. Требования и нормы по обеспечению плавности хода. Собственные колебания остова машины. Собственные колебания остова при наличии трения в подвеске. Вынужденные колебания.

Характеристики опорной поверхности, как причины возмущающих воздействий. Расчетные схемы для оценки плавности хода многоопорной машины.

Влияние колебания остова на условия труда водителя. Профессиональные заболевания и методы конструктивных решений, препятствующих их возникновению. Подрессоривание сиденья. Подрессоривание кабины.

Пути совершенствования системы подрессоривания машины.

Динамические модели типичных колебательных систем подвески и их анализ. Колебания машин при движении по дороге со случайным микропрофилем.

Криволинейное движение машины

Поворот колесной машины. Способы и кинематика поворота колесных машин. Особенности кинематики поворота колесных 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 с уводом. Влияние на коэффициент сопротивления уводу касательных и нормальных реакций в контакте колеса с дорогой. Кинематический увод колеса и кинематический увод оси. Система уравнений криволинейного движения одиночной колесной машины и автомобильного или тракторного поезда. Распределение тяговых усилий и боковых реакций по осям машины.

Поворот гусеничной машины. Кинематика поворота гусеничной машины. Центр и радиус поворота. Полюсы поворота. Планы скоростей.

Поперечные и продольные реакции грунта на гусеницы при поворотах 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. Факторы, ограничивающие возможность поворота по мощности двигателя и сцеплению движителя с грунтом. Коэффициент загрузки двигателя при повороте.

Система уравнений криволинейного движения машины без заноса и с частичным заносом.

Выбор типа механизма поворота. Диаграмма изменения коэффициента

загрузки двигателя в зависимости от величины безразмерного параметра поворота. Поворачивающий момент при различных механизмах поворота и номинальном крутящем моменте двигателя.

Особенности поворота сочлененных гусеничных машин.

Устойчивость машины. Продольная и поперечная устойчивость. Устойчивость против опрокидывания, сползания и бокового заноса. Движение по косогору. Влияние крена кузова на поперечную устойчивость. Динамическая устойчивость при опрокидывании. Устойчивость машины при торможении.

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

Управляемость как свойство системы «машина - водитель - внешняя среда». Методы и нормы по оценке управляемости. Понятие о неустановившемся уводе эластичного колеса. Автоколебания управляемых колес машины. Влияние особенностей трансмиссии, жесткостных и кинематических характеристик подвески на управляемость и устойчивость машины. Характеристика управляемости гусеничной машины.

Топливная экономичность

Современные требования и методы оценки топливной экономичности колесных и гусеничных машин. Топливная экономичность при равномерном движении и при движении в городском цикле. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на топливную экономичность. Пути улучшения топливной экономичности.

Проходимость колесных и гусеничных машин

Показатели оценки проходимости машин по твердым, деформируемым и сыпучим поверхностям. Особенности движения машины по деформируемой поверхности. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на опорную проходимость. Преодоление геометрических препятствий.

Проходимость сельскохозяйственных тракторов в междурядьях при обработке пропашных культур.

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

2. Конструирование и расчет колесных и гусеничных машин

Общие сведения

Основные направления в развитии отечественного автомобиле- и тракторостроения. Особенности эксплуатации колесных и гусеничных машин различного назначения. Жизненный цикл машины. Процесс проектирования. Технологичность конструкции. Прогнозирование и оценка качества машины. Проблемы обеспечения безопасной эксплуатации машины. Основы оценки экономической эффективности машины на стадии проектирования. Оценка показателей качества и надежности на стадии проектирования. Использование

CALS-технологии на всем этапе жизненного цикла машины.

Общая компоновка колесной и гусеничной машины. Базовые модели. Выбор основных параметров двигателя и отдельных механизмов. Общая компоновка механизмов. Анализ условий работы механизмов и выявление требований к деталям. Требования к установке агрегатов в машине. Агрегатирование. Работы заводов и научных учреждений по изысканию новых компоновок колесных и гусеничных машин.

Нагрузочные режимы и методы расчета конструкций. Источники и характер возмущающих воздействий. Детерминированные нагрузки. Случайные нагрузки. Вероятностные методы расчета.

Трансмиссии колесных и гусеничных машин

Назначения и основные требования к трансмиссии. Оценка различных типов и схем трансмиссий. Тенденции развития трансмиссий колесных и гусеничных машин.

Основы динамического расчета трансмиссий. Типичные динамические модели трансмиссий. 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 сцепления. Классификация и требования, предъявляемые к сцеплениям. Выбор параметров сцепления к данному типу машины в зависимости от его назначения и условий эксплуатации.

Выбор основных параметров и размеров фрикционного сцепления. Работа буксования. Поверочные расчеты на нагрев и износ. Проектирование сцеплений с заданной долговечностью. Выбор параметров гасителя крутильных колебаний. Фрикционные материалы, их классификация и предъявляемые к ним требования. Конструирование и расчет нажимных устройств и отдельных узлов и деталей сцепления.

Особенности конструирования и расчета фрикционных сцеплений, работающих в масле. Конструктивные мероприятия, обеспечивающие «чистоту» выключения фрикционного сцепления с гидроподжатием. Конструирование и расчет разгрузочных устройств (центробежного шарикового клапана опорожнения рабочей полости) сцеплений с гидроподжатием. Тенденции развития конструкций сцеплений.

Коробки передач и раздаточные коробки. Классификация и требования, предъявляемые к коробкам передач. Оценка конструкций и выбор типа коробки передач в зависимости от условий эксплуатации и назначения машины. Влияние жесткости отдельных элементов коробки передач на долговечность конструкции. Тенденции развития конструкций коробок передач.

Ступенчатые коробки передач с неподвижными осями валов. Распределение общего передаточного числа по механизмам трансмиссии. Влияние рационально выбранных передаточных чисел коробки передач на экономические показатели машины.

Конструкция, определение действующий усилий, материалы, термичес-

кая обработка и расчет отдельных узлов и деталей коробок передач. Механизмы управления ступенчатыми коробками передач. Устройства, обеспечивающие надежность работы деталей (замки, фиксаторы, блокировочные устройства, синхронизаторы, тормоза-синхронизаторы и т.д.), рекомендации по конструированию и расчету узлов и деталей коробок передач. Конструирование картеров коробок передач.

Планетарные коробки передач. Классификация и область применения планетарных коробок передач. Схемы трехзвенных дифференциальных механизмов, используемые в планетарных коробках передач. Синтез схем планетарных коробок передач с двумя степенями свободы. Подготовка выбранной схемы планетарной коробки передач к проектированию. Составление схем планетарных коробок передач с использованием присоединяемых рядов. Геометрические зависимости в планетарных передачах (условия соосности, сборки и соседства). Механизмы управления планетарными передачами. Особенности расчета и конструирования планетарных коробок передач.

Гидравлические передачи. Назначение и классификация гидравлических передач.

Гидрообъемные передачи. Классификация гидрообъемных передач (ГОП) и их сравнительная оценка. Оценочные показатели гидравлических машин. Подбор объемных гидравлических машин (радиально-поршневых, аксиально-поршневых, пластинчатых, шестеренных и винтовых). Способы регулирования ГОП. Унификация ГОП и тенденции развития их конструкций.

Гидродинамические передачи. Классификация гидродинамических передач и их сравнительная оценка. Характеристики гидродинамических муфт и гидротрансформаторов. Методика улучшения их технико-экономических показателей. Комплексные гидродинамические передачи и их характеристики. Проектирование гидродинамических передач с использованием закона подобия. Совместная работа гидродинамической передачи с двигателем внутреннего сгорания. Унификация гидродинамических передач и тенденции развития их конструкций.

Гидромеханические передачи (ГМП). Одно- и двухпоточные ГМП. Передаточные числа и КПД ГМП. Машины с гидромеханической трансмиссией, рекомендации по использованию и методы расчета. Схемы двухпоточных гидромеханических трансмиссий, способы повышения их КПД и тенденции развития конструкций. Проектирование двухпоточных ГМП с гидродинамическими и гидрообъемными составляющими.

Карданные передачи. Назначение и классификация карданных передач. Классификация соединительных муфт и их сравнительная оценка. Рекомендации по выбору типа соединительной муфты в зависимости от условий работы, компоновки машины и ее назначения. Роль упругих соединительных муфт в уменьшении динамических нагрузок в трансмиссии.

Элементы конструкций жестких, полужестких, упругих и шарнирных (с неравной и равной угловой скоростью) соединительных муфт. Кинематические и силовые связи в шарнирных соединительных муфтах неравных угловых скоростей (ШНУС). Шарнирные соединительные муфты равных угловых ско-

ростей (ШРУС) и их сравнительная оценка. Конструирование и расчет ШНУС и ШРУС. Конструирование и расчет карданных валов и опор карданных передач. Тенденции развития конструкций карданных передач.

Ведущие мосты. Конструкции ведущих мостов и их элементов в зависимости от назначения и условий эксплуатации машины.

Главные (центральные) передачи. Классификация и требования, предъявляемые к главным передачам колесных и гусеничных машин. Обзор и анализ конструкций главных передач. Материалы деталей и их обработка. Конструирование и расчет главных передач. Тенденции развития конструкций главных передач.

Дифференциалы колесных машин. Классификация и сравнительная оценка дифференциалов. Расчет симметричных дифференциалов и дифференциалов повышенного трения. Несимметричные дифференциалы и их расчет. Особенности расчета межосевых дифференциалов. Материалы деталей и их обработка. Рекомендации по конструированию дифференциалов. Расчет и конструирование обгонных, кулачковых и вязкостных муфт, применяемых в ведущих мостах в качестве механизма распределения мощности. Тенденции развития конструкций дифференциалов.

Механизмы поворота гусеничных тракторов. Требования, предъявляемые к механизмам поворота и их классификация. Конструкции механизмов поворота и их оценка. Выбор механизма поворота в зависимости от условий эксплуатации и назначения машины. Расчет элементов одно- и двухпоточных механизмов поворота. Рекомендации по конструированию. Тенденции развития конструкций механизмов поворота.

Конечные (бортовые) передачи. Классификация и требования, предъявляемые к конечным передачам. Обзор и анализ конструкций: Материалы деталей и их обработка. Расчет и конструирование конечных передач. Тенденции развития конструкций конечных передач.

Приводы управления механизмами трансмиссии

Требования к приводам управления, их классификация и сравнительный анализ. Усилия и работа, затрачиваемые на управление механизмом машины. Выбор типа привода. Приводы непосредственного действия и с усилителями. Конструирование и методы расчета приводов. Рекомендации по проектированию. Тенденции развития конструкций приводов управления.

Рулевое управление колесных машин

Требования, предъявляемые к рулевому управлению колесных машин, их классификация и сравнительный анализ. Компоновочная схема и метод оценки.

Рулевой механизм и рулевой привод. Конструкция, расчет и конструирование.

Динамические свойства и передаточные функции систем рулевого управления с усилителями. Схемы усилителей. Гидроусилитель рулевого управления. Конструкция отдельных узлов, их расчет и конструирование.

Годрообъемное рулевое управление. Возможные схемы, конструкция отдельных узлов, их расчет и конструирование.

Особенности конструирования и расчета рулевого управления сочлененных машин. Тенденции развития конструкции рулевого управления.

Тормозное управление

Требования, предъявляемые к тормозному управлению и его классификация.

Конструкции тормозных механизмов и рекомендации по их использованию. Материалы и предъявляемые к ним требования. Расчетные моменты в тормозном механизме в зависимости от его назначения и места установки в машине. Определение основных параметров и расчет элементов колодочных, ленточных, ленточно-колодочных, дисковых и дисково-колодочных тормозных механизмов. Особенности конструкции и расчет тормозных механизмов, работающих в масле. Рекомендации по их конструированию.

Статические и динамические характеристики тормозного привода. Рабочий процесс регуляторов тормозных сил. Конструирование и расчет антиблокировочных и противобуксовочных устройств. Динамические свойства и передаточные функции тормозных систем с усилителями.

Тенденции развития конструкции тормозного управления.

Ходовая часть колесных и гусеничных машин

Назначение, классификация и механизмы, составляющие ходовую часть. Компоновка ходовой части. Требования охраны труда, безопасности движения и защиты окружающей среды, предъявляемые к ходовой части машины.

Требования, предъявляемые к подвеске. Влияние конструкции подвески на условия труда водителя. Требования охраны труда при конструировании и выборе типа подвески. Классификация и конструкция подвесок. Расчет и рекомендации по конструированию направляющего устройства, упругих элементов и амортизаторов подвески. Используемые материалы в элементах подвески и методы повышения их циклической стойкости.

Требования к колесному и гусеничному движителю. Подбор пневматических шин. Элементы, составляющие гусеничный движитель, их назначение и классификация. Расчет и рекомендации по конструированию элементов гусеничного движителя: гусеницы и ведущего колеса, опорных и поддерживающих катков, натяжного и амортизирующего устройств. Применяемые материалы и их обработка. Методика профилирования зацепления ведущего колеса с гусеничной цепью. Расчет гусеничных цепей с открытыми и закрытыми металлическими шарнирами, с резинометаллическими шарнирами, резиноармированных и ленточных гусениц.

Развитие конструкций ходовых систем колесных и гусеничных машин.

Несущие системы, кузова и кабины колесных и гусеничных машин

Предъявляемые требования, классификация и оценка конструкций несущих систем. Рамные, безрамные и полурамные несущие системы колесных и гусеничных машин. Оценка конструкций и методы их расчета на прочность. Современные методы расчета несущих систем машин. Метод конечных элементов для расчета несущих систем. Применение ЭВМ для проектирования и расчета несущих систем, кабин, кузовов. Пассивная безопасность несущих систем, кабин, кузовов.

Конструкции и расчет кузовов и кабин. Расположение и компоновка органов управления. Конструкции и расчет системы нормализации микроклимата в кабине и кондиционеров и вопросы художественного конструирования.

3. Испытания колесных и гусеничных

Общие сведения

Испытания как область инженерной деятельности. Значение испытаний колесных и гусеничных машин, их узлов и механизмов в создании новых конструкций, в совершенствовании серийно выпускаемых машин, в сокращении сроков подготовки новой техники к производству.

Основные эксплуатационные и специальные качества и свойства колесных и гусеничных машин, определяющие технико-экономический и экологический уровень машины.

Особенности организации испытаний за рубежом. Значение унификации испытаний.

Система испытаний колесных и гусеничных машин

Виды и классификация испытаний. Лабораторные, полевые, дорожные и эксплуатационные испытания. Сертификатные испытания. Цели испытаний, определяющие их вид, программу и методы проведения. Основные элементы программы какого-либо типового испытания (например: лабораторные испытания ДВС). Задачи комплексных испытаний. Краткие характеристики и сравнительный анализ ГОСТов и стандартов ИСО, регламентирующих методы испытаний колесных и гусеничных машин.

Отбор и подготовка машин (или их узлов) к проведению испытаний. Рекомендуемые дорожные и метеорологические условия, нагрузочные и тепловые режимы и т. д.

Разработка программы и методики испытаний с учетом наименьших затрат на их проведение, а также техники безопасности и сохранения окружающей среды.

Измерительно-информационная техника

Измерения. Основные понятия и определения. Классификация электрических способов измерения неэлектрических физических величин. Понятие о первичном, промежуточном и выходном преобразователях. Датчик как конструктивная совокупность преобразователей. Структурная схема типового измерительного канала. Метрологические характеристики средств измерений.

Методы измерений линейных и угловых размеров. Характеристики измеряемых величин. Классификация методов измерений. Электромеханические измерители линейных и угловых размеров. Метрологическое обеспечение линейных и угловых измерений.

Методы измерений механических напряжений, сил, моментов и давлений

Характеристики измеряемых величин. Классификация методов измерений. Тензоэффект. Тензометрические преобразователи и датчики, построен-

ные с их использованием. Типы тензорезисторов. Расположение тензорезисторов на упругом элементе датчика. Вопросы обеспечения линейной характеристики и термокомпенсации. Метрологическое обеспечение датчиков механических величин.

Методы измерений параметров движения объектов, газовых и жидких сред

Методы измерений параметров движения объекта. Характеристики измеряемых величин. Взаимосвязь параметров движения. Абсолютные и относительные методы измерений параметров движения. Системы координат. Измерители параметров движения (акселерометры, гироскопы, датчики с использованием магниторезисторов, эффекта Холла, пьезоэффекта и т.п.). Метрологическое обеспечение средств измерения параметров движения.

Методы измерений параметров движения газовых сред и рабочих жидкостей. Характеристики измеряемых величин. Классификация методов измерений. Гидродинамические и кинематические методы измерения расхода. Приборы для измерения расхода и скорости жидких и газообразных веществ. Метрологическое обеспечение средств измерения расхода.

Измерение шумов и вибраций и применяемые при этом измерительные системы.

Методы измерений температуры и концентрации вещества

Методы измерений температуры. Характеристики измеряемой величины. Классификация методов измерений. Метрологические основы измерения температуры. Температурные шкалы. Термометрические контактные методы измерения температуры.

Методы измерений концентрации вещества. Общие вопросы измерений концентрации вещества при испытаниях колесных и гусеничных машин. Некоторые электрические методы анализа веществ и соответствующие средства измерений (измерители влажности, состава выхлопных газов и т.д.). Метрологическое обеспечение измерений методом чистых веществ.

Методика разработки специальных измерительных средств и выбор вторичной аппаратуры

Средства измерений давления движителей на опорную поверхность, усилий в гусеничных звеньях и тягах навесной системы, износа шин и т. п.

Источники питания, усилители и фильтры, аналого-цифровые преобразователи. Вспомогательные преобразователи. Измерительные преобразователи. Измерительные схемы. Тензометрическая регистрирующая аппаратура. Токосъемники. Специальные датчики и комбинированные измерительные средства.

Градуировка средств измерений. Обработка результатов измерений

Назначение градуировки, методы ее проведения. Статические и динамические характеристики датчиков. Специальные приспособления и приборы для градуировки. Функция преобразования измерительной цепи с калибровкой.

Структурные схемы типовых информационно-измерительных систем (ИИС). Аналоговые и цифровые ИИС. Общие сведения по телеметрии. Совре-

менные стационарные и передвижные измерительные комплексы. Виды динамограмм. Непрерывная и импульсная запись показаний приборов. Методы операционной обработки измерительной информации: фильтрация; суммирование; дифференцирование; интегрирование; общие понятия амплитудного, спектрального и корреляционного анализа.

Основы теории ошибок измерения

Типы погрешностей. Статистика погрешностей: средние значения, дисперсия, распределения вероятности ошибок и статистическая выборка. Метод определения точности измерений по предельным значениям ошибок средств измерений, установленных при их градуировке. Методика определения погрешности исследуемой величины, определяемой по показаниям нескольких приборов. Методы аппроксимации. Графическая интерпретация результатов измерений, в том числе с использованием методов САПР.

Испытания двигателя

Цели испытаний. Виды испытаний двигателя. Преимущества испытаний без демонтажа двигателя с машины. Отечественные и международные стандарты испытаний двигателя.

Тормозные установки. Требования и сравнительные характеристики. Методика подбора тормозного устройства для испытания двигателя. Перечень средств измерений параметров работы двигателя, потребная точность измерений. Измерительные комплексы с цифровой обработкой информации.

Требования к техническому состоянию машины и ее двигателя. Обкатка двигателя. Стандартные условия испытаний. Нагрузочные режимы. Кратность повтора опытов для каждой точки характеристики.

Внешняя скоростная характеристика двигателя. Регуляторная характеристика двигателя. Расчет стандартных параметров работы двигателя. Оформление результатов испытаний.

Лабораторные, дорожные и полевые испытания

Порядок проведения испытаний, приемка и подготовка машины к ним. Требования к средствам измерений и факторам внешней среды. Методы определения условий испытаний.

Конструктивные параметры машины. Определение линейных и угловых размеров, вместимостей, масс и среднего давления движителей. Методика проведения испытаний. Потребная точность результатов измерений.

Определение тягово-скоростных свойств машины в дорожных и лабораторных условиях. Испытания на топливную экономичность. Определение тормозных свойств машины в дорожных условиях. Испытания машины на плавность хода, управляемость, устойчивость и проходимость. Дорожные испытания на надежность.

Тяговые показатели машины. Требования к машине, предъявляемой на тяговые испытания. Требования к участку для проведения испытаний. Методика определения влажности и твердости грунта. Определение показателей работы двигателя через вал отбора мощности (ВОМ), его пусковых качеств. Режимы проведения испытаний, способы создания тяговой нагрузки. Определение сопротивления движению машины по различным грунтовым фонам.

Определение пройденного пути и расхода топлива. Методика определения максимального тягового усилия и максимальной тяговой мощности. Расчетные формулы для обработки результатов тяговых испытаний. Потребная точность определения измеряемых параметров.

Назначение и содержание сертификатных испытаний, особенности их проведения. Оформление отчетных документов.

Показатели гидравлической навесной системы и системы ВОМ. Требования к машине, его агрегатам и площадке для проведения испытаний, используемые приборы и оборудование. Измеряемые параметры. Оформление результатов испытаний.

Агрегатируемость, эксплуатационно-технологические показатели и показатели надежности. Задачи и методика проведения испытаний. Конструктивные, энергетические, эксплуатационные, агротехнические и транспортные параметры, характеризующие агрегатирование машины.

Показатели машины, характеризующие безопасность работы и условия труда водителя. Методика определения усилий на органах управления, статической устойчивости машины, люфта рулевого колеса, эффективности действия тормозов, обзорности с рабочего места водителя, освещенности. Применяемое оборудование, потребная точность определения измеряемых параметров.

Перспективы развития методов лабораторных, дорожных и полевых испытаний.

Эксплуатационные испытания

Задачи, методика и организация испытаний. Параметры, определяемые в процессе испытаний. Программа испытаний. Методы сбора информации и расчет основных параметров. Метод контрольных смен.

Основные свойства и показатели надежности. Виды работ при проведении испытаний на надежность. Классификация отказов по группам сложности. Определение приспособляемости к техническому обслуживанию и ремонту. Ресурсные испытания в условиях эксплуатации. Методы изучения износов. Техническая экспертиза.

Стендовые и полигонные испытания машины и ее агрегатов

Назначение стендовых испытаний. Экономическая оценка целесообразности проведения стендовых испытаний колесных и гусеничных машин и их агрегатов. Производственные и исследовательские стендовые испытания. Узлы и агрегаты, подвергающиеся предварительным производственным испытаниям до их установки на машину. Обкаточные стенды.

Стенды для испытания трансмиссий и фрикционных сборочных единиц. Кинематические схемы стендов открытого и замкнутого силового контура.

Основы методики ускоренных стендовых испытаний узлов и агрегатов машины. Значение нагрузочного режима для определения эквивалентной работоспособности исследуемого агрегата. Способы поддержания постоянства нагрузочного режима. Имитаторы неравномерности момента сопротивления в трансмиссии машины, неравномерности вращения вала двигателя, угловой жесткости валов трансмиссии, вибрации машины. Имитация грунтовых усло-

вий сцепления колесных и гусеничных движителей на стендах.

Назначение полигонов. Основные пути снижения затрат на проведение полигонных испытаний. Виды полигонов и их оборудование. Круговые стенды и треки. Испытания машины на прочность. Ресурсные полигонные испытания. Методика выбора параметров искусственных препятствий движению машины на треках. Применение автоматического вождения при прочностных испытаниях машины. Вопросы имитации эксплуатационных нагрузок на крюке при ускоренных ресурсных испытаниях. Барабанные стенды для испытаний колесных машин. Стенды для определения момента инерции машины в сборе. Испытания в климатических и пылевых камерах. Стенды для испытания ходовой части колесных и гусеничных машин (в том числе «грунтовые каналы»). Стенды для испытания несущей системы машины на усталостную прочность. Вопросы техники безопасности при проведении испытаний на стендах и полигонах.

Моделирование и планирование эксперимента при исследованиях колесных и гусеничных машин

Роль и место моделирования и планирования эксперимента при испытаниях колесных и гусеничных машин. Основные принципы моделирования. Связь между реальными системами и моделями. Способы составления математической модели исследуемого процесса и методика преобразования моделей в форму удобную для моделирования на ЭВМ и способы оценки точности воспроизведения моделью реального исследуемого процесса.

Основные положения и принципы планирования эксперимента. Методика выбора факторов и их отсеивание. Выбор параметров оптимизации и методики составления линейного плана полного факторного эксперимента и их дробных реплик. Методика оценки адекватности модели.

Список рекомендованных источников

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 3 т. Т 1/ Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Г.И. Гладжов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 496 с.

5. Проектирование полноприводных колесных машин: В 3 т. Т 2/ Б.А. Афанасьев, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 528 с.

6. Проектирование полноприводных колесных машин: В 3 т. Т 3/ 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.

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 2 т. 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. Ксеневич, В. М. Шарипов, Л. Х. Арустамов и др.: Под общ. ред. И. П. Ксеневича, В. М. Шарипова, – М. : Машино-

строение, 2000. - 821 с.

16. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов/ И. П. Ксеневич, В. В. Гуськов, Н. Ф. Бочаров и др.; Под общ. ред. И. П. Ксеневича. - 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.

Составитель программы:

В.Г. Анопченко, д-р техн. наук, профессор.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.