

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Институт машиностроения, материалов и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИММиТ


_____ А.А. Попович

«13» октября 2023 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки / образовательной программе**

23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»

**23.04.02_01 «Компьютерные технологии проектирования беспилотных
автомобилей и электромобилей»**

23.04.02_09 «Мобильные энергетические платформы»

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург
2023

АННОТАЦИЯ

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению **23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»**, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительного испытания в магистратуру.

Вступительное испытание оценивается по стобалльной шкале и проводится в форме междисциплинарного экзамена в объеме требований, предъявляемых государственными образовательными стандартами высшего образования к уровню подготовки бакалавра по направлению, соответствующему направлению магистратуры, проводимого очно в письменной или устной форме и дистанционно.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение междисциплинарного экзамена – **50 баллов (50%)**.

Руководитель ОП



А.А. Грачев

Составители:
Директор ВШТ



А.А. Грачев

Профессор, д.т.н.

Р.Ю. Добрецов

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию ученым советом ИММиТ (протокол № 2 от «29» сентября 2023 г.).



1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА

- 1.1. Теория наземных транспортно-технологических машин
- 1.2. Конструкция наземных транспортно-технологических машин
- 1.3. Эксплуатация автомобилей
- 1.4. Тепловые двигатели
- 1.5. Проектирование наземных транспортно-технологических машин
- 1.6. Динамика машин
- 1.7. Методы измерений
- 1.8. Технология производства наземных транспортно-технологических машин

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1 Теория наземных транспортно-технологических машин

1. Основы теории движения. Краткие характеристики автомобильных дорог. Качение автомобильного колеса. Силы сопротивления, действующие на автомобиль во время движения: сопротивления качению, подъему, аэродинамическая сила. Силы тяги: потребная, по двигателю, по сцеплению ведущих колес с дорогой. Инерционная сила сопротивления движению. Тяговый баланс автомобиля. Трогание автомобиля с места. Динамическая характеристика, ускорение, время и путь разгона. Баланс мощности и диаграмма движения. Особенности движения автопоезда.

2. Расчет и построение тяговых и экономических характеристик автомобиля. Поверочный тяговый расчет автомобиля. Расчет и построение графиков тягового баланса, динамической характеристики, ускорений, времени и пути разгона, баланс мощности автомобиля. Экономические характеристики автомобиля. Особенности проектировочного тягового расчета автомобиля: выбор двигателя, разбивка передач.

3. Теория движения трактора. Особенности условий движения и эксплуатации тракторов. Условия и режимы работы тракторов. Режимы работы тракторных двигателей, их регуляторные характеристики. Кинематика и динамика гусеничного движителя. Тяговый баланс трактора. Буксование гусеничного и колесного движителя. Баланс мощности и КПД трактора. Расчет и построение тягово-экономической характеристики трактора. Силы тяги, теоретические и действительные скорости, мощности на крюке, КПД, удельные расходы топлива. Основы проектировочного

тягового расчета трактора. Определение потребного веса трактора. Выбор двигателя. Определение передаточных отношений трансмиссий трактора.

4. Теория движения многоцелевых гусеничных машин. Особенности условий движения многоцелевых гусеничных машин. Внешние силы, действующие на многоцелевую гусеничную машину во время движения. Сопротивление движению гусеничной машины. Сцепление гусениц с грунтом. Опорные реакции. Характеристики опорной поверхности. Оценка возможности движения гусеничной машины.

5. Проектировочный тяговый расчет многоцелевой гусеничной машины с механической трансмиссией. Выбор двигателя, расчет и построение его характеристик. Расчет и построение графиков КПД гусеничной машины и силы аэродинамического сопротивления. Определение передаточных отношений трансмиссии на высшей, первой и второй передачах. Разбивка промежуточных передач и построение плана скоростей машины. Тяговая и тормозная характеристики машины. Буксование фрикционного элемента управления. Трогание машины с места. Переключение передач. Время и путь разгона.

6. Тяговый расчет наземных транспортных средств (НТС) с гидромеханической трансмиссией (ГМТ). Гидротрансформатор и его безразмерная характеристика. Выбор двигателя. Выбор гидротрансформатора. Согласование характеристик двигателя и гидротрансформатора, построение графика их совместной работы. Внешняя характеристика силового агрегата двигатель-гидротрансформатор. Определение передаточных отношений трансмиссии на высшей и первой передачах. Разбивка промежуточных передач. Особенности расчета и построения тяговых характеристик НТС с ГМТ. Определение ускорений, времени и пути разгона машины с ГМТ.

7. Тяговый расчет НТС с газотурбинным двигателем (ГТД). Особенности схемы и работы механизмов шасси НТС с газотурбинным двигателем. Скоростная характеристика ГТД. Определение потребной мощности двигателя. Определение передаточных отношений трансмиссии на высшей и первой передачах. Разбивка промежуточных передач. Особенности расчета и построения тяговых характеристик НТС с ГТД. Определение ускорений, времени и пути разгона машины с ГТД.

8. Поворот автомобиля. Способы поворота колесного транспортного средства. Физические основы качения упругого колеса. Боковой увод колеса. Поворачиваемость автомобиля. Влияние различных факторов на поворачиваемость автомобиля. Понятие центра боковых реакций. Кинематика поворота. Силы и моменты, действующие на автомобиль при повороте.

9. Устойчивость автомобиля. Понятие устойчивости автомобиля. Влияние типа поворачиваемости на устойчивость движения автомобиля. Влияние бокового ветра на устойчивость движения. Занос автомобиля. Устойчивость автомобиля при движении на вираже. Устойчивость автомобиля при движении на подъеме и при спуске.

10. Проходимость автомобиля. Понятие проходимости автомобиля. Классификация автомобилей по проходимости. Классификация препятствий. Опорная и профильная проходимости. Обобщенные показатели проходимости. Влияние различных факторов на проходимость автомобиля.

11. Поворот гусеничного трактора Способы поворота гусеничной машины. Кинематика поворота. Силы и моменты, действующие на трактор при повороте. Особенности поворота трактора на косогоре, на подъеме и при спуске. Понятие рекуперации мощности при повороте. Классификация, схемы, работа механизмов поворота.

12. Общие сведения. Понятие плавности хода. Параметры плавности хода, их нормативные значения. Классификация подвесок. Элементы подвески и их характеристики. Приведенные характеристики рессоры и амортизатора. Линеаризация характеристик элементов подвески.

13. Свободные колебания корпуса автомобиля. Силы, действующие на подрессоренную часть автомобиля. Понятие симметричной и несимметричной подвески, центр упругости. Свободные колебания корпуса автомобиля без учета демпфирующих сил. Определение собственных частот вертикальных и продольных угловых колебаний. Влияние амортизаторов на характер свободных колебаний корпуса автомобиля, периодический аperiodический режимы. Учет неподрессоренных масс и упругости шин при расчете собственных частот. Особенности расчета собственных частот колебаний многоопорной машины.

14. Вынужденные колебания автомобиля при синусоидальных дорожных воздействиях. Дорожные неровности и их характеристики. Сглаживающая способность шины при проезде неровностей. Аппроксимация дорожных воздействий синусоидальной функцией. Силы, действующие на подрессоренную часть автомобиля при движении по неровностям. Дифференциальные уравнения вертикальных и продольно-угловых колебаний корпуса автомобиля и их решение. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики системы подрессоривания. Среднеквадратические вертикальные ускорения на местах установки сидений. Влияние упругих и демпфирующих свойств шины и сидений на характеристики колебаний водителя и пассажиров. Влияние загрузки автомобиля на характеристики плавности хода. Резонансная скорость. Ограничение скорости автомобиля плавностью хода. Выбор оптимального параметра демпфирования.

Особенности расчета характеристик вынужденных колебаний многоопорной машины.

15. Вынужденные колебания автомобиля при движении по дороге по случайным профилям. Основные понятия теории случайных функций. Характеристики стационарной функции: корреляционная функция, спектральная плотность. Дорога как случайная функция. Статистические характеристики автомобильных дорог. Представление динамических свойств системы поддрессирования автомобиля в виде линейного дифференциального оператора. Передаточная функция и частотная характеристика системы поддрессирования (амплитуд, ускорений) по известным статистическим характеристикам дорожных воздействий.

Основные учебники и учебные пособия:

1. Автомобиль: поворот, устойчивость, проходимость. Конспект лекций. / Поршневу Г.П., Добрецов Р.Ю. — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2011
2. Теория движения НТС: поворот гусеничного трактора. Конспект лекций. / Поршневу Г.П., Добрецов Р.Ю. — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2011
3. Тяговый расчет автомобиля. Учебное пособие. / Бойков А.В., Поршневу Г.П., Шеломов В.Б. — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001.

Дополнительная литература:

1. Копотилов В.И. Автомобили: Теоретические основы: Учебное пособие для ВУЗов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – 403 с.
2. Проходимость автомобиля: Учебное пособие/ Л.В. Барахтанов, В.В. Беуяков, В.Н. Кравец. – Н. Новгород.: Нижегородский государственный технический университет, 1996. – 200 с.
3. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. – М.: Машиностроение, 1981. – 272 с.
4. Основы теории транспортных гусеничных машин. / Забавников Н.А. — М., Машиностроение, 1975.

2.2 Конструкция наземных транспортно-технологических машин

1. Устройство двигателя. Типы поршневых двигателей. Механизмы и системы поршневого двигателя. Принцип действия поршневого ДВС. Рабочий цикл четырехтактного карбюраторного двигателя. Рабочий цикл четырехтактного дизеля. Способы улучшения смесеобразования в автомобильных дизелях. Наддув дизелей. Основные показатели двигателя и его характеристики. Экологические проблемы ДВС. Детали корпуса и кривошипно-шатунного механизма. Цилиндро-поршневая группа, поршневые кольца и пальцы, шатуны, коленчатый вал и порядок работы двигателя, коренные подшипники, маховик, картер, подвеска двигателя на

раме. Детали и общая компоновка механизма газораспределения четырехтактного двигателя. Фазы газораспределения четырехтактного карбюраторного и дизельного двигателей. Клапаны, толкатели, распределительный вал. Назначение и принцип работы системы водяного охлаждения. Водяная рубашка и радиатор. Вентилятор и водяной насос с приводом. Термостат. Особенности системы воздушного охлаждения. Назначение системы смазки двигателя и применяемые масла. Комбинированная система смазки. Масляный насос, редукционный клапан, масляные фильтры и центробежная очистка масла, масляный радиатор. Вентиляция картера. Назначение и основные части системы питания. Смесеобразование и составы горючих смесей. Двигатели с системой впрыска топлива: общие схемы, топливные насосы, расходомеры воздуха, форсунки, датчики, электронное управление. Карбюраторные двигатели: простейший карбюратор, главная дозирующая система, система пуска, система холостого хода, экономайзер, ускорительный насос. Дизельные двигатели: схемы питания и камеры сгорания, топливные насосы, фильтры, форсунки. Регулятор оборотов, наддув дизелей.

2. Трансмиссия автомобиля. Принципиальные схемы и основные агрегаты трансмиссии автомобиля. Назначение сцепления, требования к сцеплению, классификация, принцип работы. Сцепление фрикционное, электромагнитное, гидравлическое. Привод сцепления и усилитель. Назначение, требования к коробкам передач, классификация. Простые механические коробки: схемы, синхронизаторы, муфты, механизмы управления. Планетарные передачи: принцип действия, преимущества и область применения, конструктивные особенности отдельных элементов. Гидромеханические коробки передач, их преимущества и принцип действия. Характеристики гидротрансформатора, управление коробкой, тенденции развития. Назначение раздаточной коробки. Принципиальная схема и устройство двухступенчатой раздаточной коробки. Механизм включения переднего ведущего моста. Межосевой дифференциал. Назначение, требования, классификация карданных передач. Устройство элементов карданной передачи. Карданы равных угловых скоростей. Расположение карданных передач на автомобиле. Главная передача: назначение, требования, классификация. Одинарная, двойная, разнесенная передачи. Действие реактивного момента на раму. Дифференциал: назначение, требования, классификация. Коэффициент блокировки. Дифференциалы повышенного трения. Ведущие полуоси: полуразгруженные и полностью разгруженные. Балка заднего моста. Передний ведущий мост и его элементы.

3. Ходовая часть автомобиля. Назначение, требования, состав подвески: направляющее устройство, упругое устройство, гасящее устройство. Их классификация, устройство и работа. Характеристика

подвески. Ведущие и ведомые колеса, их назначение, устройство и расположение. Назначение и виды шин, их обозначение. Рама- назначение, предъявляемые требования, устройство и условия работы. Кузов легкового автомобиля. Кабина и кузов грузового автомобиля. Автобусные кузова. Дополнительное оборудование кабин – механизмы и системы отопления, вентиляции, обдува и обмыва ветрового стекла.

4. Органы управления автомобилем. Назначение и основные требования. Установка управляемых колес. Рулевая трапеция, схемы рулевого управления. Рулевой механизм и рулевой привод. Рулевые усилители – назначение, принцип действия, предъявляемые требования и особенности конструктивного исполнения. Назначение и типы тормозов. Основные устройства и действие рабочей тормозной системы с гидравлическим приводом. Устройство и принцип действия вакуумного усилителя. Трансмиссионные тормоза. Колесные тормоза. Тормозные системы с пневматическим приводом. Регуляторы давления, кран управления, предохранительный клапан, тормозная камера. Тормозная система прицепа. Особенности тормозной системы трехосных автомобилей.

Основные учебники и учебные пособия:

1. Системы управления дизельными двигателями. – М.: «За рулем», 2013. – 231 с: ил.

2. Ведринский О. С. «Электронные системы управления бензиновых двигателей» - КноРус, 2015 г.

3. Системы управления бензиновыми двигателями. – М.: «За рулем», 2005. – 432 с: ил.

3. Осепчугов В.В. и др. Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета. – М. Машиностроение, 1989. – 303с.

4. Гладов Г.И. Устройство автомобилей – Академия, 2016 г. 352 с.

Дополнительная литература:

1. Раймпель И. Шасси автомобиля. М. Машиностроение, 1983. – 356с.

2. Раймпель И. Шасси автомобиля. Рулевое управление. М. Машиностроение, 1987. – 228с.

3. Раймпель И. Шасси автомобиля. Элементы подвески. М. Машиностроение, 1987. – 284с.

4. Bosch. Автомобильный справочник: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб.и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.: ил.

5. Электронное управление автомобильными двигателями / Г.П. Покровский, Е.А. Белов, С.Г. Драгомиров и др.; Под ред. Покровского Г.П. – М.: Машиностроение, 1994. – 336 с.: ил.

6. Осепчугов В.В. и др. Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета. – М. Машиностроение, 1989. – 303с.

7. Боровских Ю.И. и др. Устройство автомобилей. М. Высшая школа, 1988. – 287 с.

8. Вишняков Н.А. и др. Автомобиль: основы конструкции. М. Машиностроение, 1986. – 303с.

2.3 Эксплуатация автомобилей

1. Эксплуатационные качества и техническое состояние автомобилей и тракторов. Основные эксплуатационные качества автомобилей и тракторов. Основные понятия теории надежности. Техническое состояние автомобилей и тракторов, основные показатели и нормативные требования. Обзор действующих нормативных документов.

2. Условия эксплуатации автомобилей и тракторов. Классификация условий эксплуатации. Основные показатели дорожных условий, природно-климатических условий, условий движения и перевозок для автомобилей. Особенности условий эксплуатации тракторов. Влияние условий эксплуатации на показатели надежности автомобилей и тракторов.

3. Виды отказов. Классификация отказов. Основные виды эксплуатационных повреждений элементов автомобилей и тракторов, их физическая природа и факторы, влияющие на их интенсивность. Основные закономерности износа, усталостных разрушений, коррозии.

4. Эксплуатационные материалы. Номенклатура эксплуатационных материалов. Требования к эксплуатационным свойствам, классификация и маркировка топлива, масел, смазок и специальных жидкостей.

5. Разрешительная система. Общая структура разрешительной системы и допуск автомобилей и тракторов к эксплуатации. Сертификация, лицензирование и государственный контроль в вопросах технической эксплуатации автомобилей и тракторов.

6. Система технического обслуживания и ремонта. Общие принципы построения системы. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава. Показатели эффективности технической эксплуатации. Виды технического обслуживания. Определение периодичности технического обслуживания. Содержание работ и трудоемкость технического обслуживания. Нормативы периодичности и трудоемкости. Государственный контроль технического состояния автомобилей – технический осмотр. Особенности системы технического обслуживания и ремонта тракторов. Виды ремонта. Нормативы периодичности и трудоемкость различных видов ремонта.

7. Материально-техническое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей и тракторов. Технологическая документация по техническому обслуживанию и ремонту. Оборудование и инструмент, их

классификация и номенклатура. Основы технологического проектирования предприятий по техническому обслуживанию и ремонту.

Основные учебники и учебные пособия:

1. Синельников А.Ф. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования. - Академия, 2014г. 320 с.

2. Ильяков А. Технология машиностроения – Академия, 2020 г., 352 с.

3. Иванов А.А., Ковчик А.И., Столяров А.С. – Инфра-М, 2019 г.

4. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. – М.: Машиностроение, 1989. – 238 с.

5. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/ Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; под. ред. Е. С. Кузнецова- М.: Транспорт, 1991. – 413 с.

Дополнительная литература:

1. Титунин Б.А. и др. Ремонт автомобилей КамАЗ. – М. Агропромиздат, 1991. – 320 с.

2. Роговцев В. Л. и др. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств.- М.: Транспорт, 1991. – 432 с.

2.4 Тепловые двигатели

1. Общие сведения по ДВС. Двигатели двух- и четырехтактные, карбюраторные и с впрыском бензина, дизели. Элементы рабочих циклов. Способы продувки цилиндров в двухтактных двигателях. Технические требования, предъявляемые к двигателям, их рабочие показатели и характеристики, преимущества и недостатки.

2. Циклы ДВС. Идеальные и теоретические циклы, влияние различных факторов на термический коэффициент полезного действия (КПД) цикла. Сравнение циклов. Рабочий или действительный цикл, индикаторная диаграмма, индикаторные и эффективные показатели рабочего цикла. Наддув ДВС.

3. Процессы в ДВС. Процессы сжатия, сгорания и расширения, показатели политроп сжатия и расширения, коэффициент выделения теплоты. Адиабатическая и политропическая работа процессов сжатия и расширения. Индикаторные диаграммы вспомогательных процессов, круговые диаграммы рабочих циклов.

4. Тепловой баланс и тепловой расчет рабочего цикла. Виды тепловых потерь в ДВС и их соотношения. Основы теплового расчета рабочего цикла и выбор расчетных параметров. Соотношения между индикаторными

и эффективными показателями, механический КПД. Особенности теплового расчета двигателя с наддувом.

5. Карбюрация, впрыск и распыливание топлива. Функции карбюратора и его характеристики. Конструктивные элементы карбюратора и его принципиальная схема. Впрыск бензина – центральный и распределенный. Октановое и цетановое числа топлива, антидетонаторы. Камеры сгорания, способы распыливания топлива и смесеобразование в дизелях. Системы топливоподачи и их расчет.

6. Наддув. Наддув механический, газотурбинный и комбинированный, достигаемый эффект и сферы применения. Индикаторные диаграммы двигателей с наддувом. Выбор параметров наддува, агрегаты наддува и основы их расчета. Турбокомпрессоры (ТК), их конструктивные элементы и энергетические возможности. Работа и мощность компрессора и газовой турбины. Газовые турбины активные и реактивные, осевые и радиальные центробежные. КПД турбины и ТК, характеристики ТК. Типоразмерный ряд ТК по ГОСТ 9658-81. Выбор ТК.

7. Кинематика и динамика ДВС. Расчет пути, скорости и ускорения поршня двигателя. Силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме (КШМ) двигателя. Приведение масс КШМ. Диаграммы Брикса и Толле. Развернутые диаграммы суммарных сил. Векторные диаграммы сил, действующих на шатунные и коренные шейки коленчатого вала двигателя и их подшипники. Диаграмма износа. Таблица сил и набегающих моментов

8. Уравновешивание ДВС. Условия уравновешенности и равномерности хода двигателей. Уравновешивание центробежных сил. Конструктивные формы коленчатых валов двигателей и порядок работы цилиндров. Векторный метод анализа уравновешенности двигателей. Анализ уравновешенности различных конструктивных вариантов ДВС, особенности уравновешивающего механизма Ланчестера.

9. Расчет деталей КШМ. Конструктивные схемы транспортных ДВС. Выбор основных параметров и размеров двигателя. Выбор типа и конструкции двигателя. Условия расчета коленчатого вала на усталостную прочность. Выбор конструктивных соотношений и наиболее нагруженных конструктивных элементов коленчатого вала (коренные и шатунные шейки, щеки). Оценка средних и амплитудных напряжений. Расчет касательных, нормальных и суммарных напряжений. Коэффициенты запаса усталостной прочности. Упрочнение материала коленчатых валов. Смазка коренных и шатунных шеек. Конструктивные формы поршней, поршневых колец, поршневых пальцев, шатунов и их расчет. Поршневые кольца уплотнительные и маслосъемные. Тепловые нагрузки поршней и поршневых колец.

10 Основы расчета корпусных деталей. Блоки и крышки цилиндров, картеры, блок-картеры, моноблоки, туннельные картеры. Схемы несущих блоков и несущих шпилек. Принципы расчета корпусных деталей. Типовой расчет анкерных шпилек с учетом температурного фактора.

11. Газораспределительный механизм. Клапаны впускные и выпускные. Верхний и нижний приводы клапанов, конструктивные схемы. Пружины клапанов и их расчет. Время-сечение распределительных органов газораспределения. Элементы прочностного расчета системы газораспределения. Коэффициент полноты профиля кулачкового механизма. Построение профиля кулачка.

12. Материалы в ДВС. Общий обзор применяемых материалов (осуществляется непосредственно в соответствующем разделе программы). Антифрикционные материалы.

13. Специальные вопросы. Крутильные колебания коленчатого вала двигателя. Газообмен в двухтактных ДВС. Особенности двухтактных двигателей с ПДП.

14. Газотурбинные силовые установки (ГТУ). Преимущества и недостатки ГТУ. Открытый и замкнутый циклы. Особенности ГТУ транспортного назначения. Тепловой цикл. Работа, КПД и коэффициент полезной работы ГТУ. Регенерация теплоты. Двухвальная и трехвальная ГТУ транспортного назначения.

Основные учебники и учебные пособия:

1. Двигатели внутреннего сгорания. Конструкция и расчет на прочность поршневых и турбопоршневых двигателей. Под ред. А.С. Орлина и М.Г. Круглова. «Машиностроение», 1984.

2. Р.В. Русинов. Двигатели транспортных машин. ЛПИ, 1988.

3. Р.В. Русинов, Ю.С. Подобуев. Турбонаддувочные агрегаты (учебное пособие). ЛПИ, 1981.

Дополнительная литература:

1. Справочник «Дизели». Под ред. В.А. Ваншейдта», Н.Н. Иванченко, Л.К. Коллерова. «Машиностроение». 1977.

2. Конструирование и расчет поршневых и комбинированных двигателей. Под ред. Н.Х. Дьяченко. «Машиностроение». 1979.

2.5 Проектирование наземных транспортно-технологических машин

1. Общие сведения о силовых установках. Изучение конструирования и расчета систем силовых установок начинается с системы охлаждения. Это включает следующие разделы. Общие технические требования.

2. Системы охлаждения. Водяная система. Радиаторы. Воздухоудные устройства. Вентиляторы. Эжекторы. Расчет эжекторов работающих

в стационарном и нестационарном режимах. Особенности конструкции эжектора. Расчет и анализ системы охлаждения. Воздушное охлаждение. Конструирование и расчет системы воздушного охлаждения.

3. Системы воздухоочистки. Общие технические требования. Теоретические основы расчета составных частей системы воздухоочистки. Циклоны. Инерционные решетки. Фильтрующие элементы. Конструирование и расчет системы воздухоочистки. Автоматическое удаление пыли.

4. Системы смазки. Система смазки. Общие технические требования. Конструкция системы смазки. Расчет системы смазки. Особенности конструирования составных частей системы смазки.

5. Топливные системы. Общие технические требования. Особенности многотопливных систем. Основы конструирования и расчета топливных систем активного заполнения. Составные части топливной системы.

6. Системы пуска, подогрева, выпуска. Система пуска и подогрева. Общие положения. Пуск поршневых двигателей. Необходимые условия для пуска. Сопротивление прокрутке коленчатого вала двигателя. Расчет потребной пусковой мощностью. Конструкция системы пуска поршневого двигателя. Средства облегчения пуска поршневых двигателей. Пуск газотурбинных двигателей. Конструирование и расчет системы выпуска силовой установки с поршневым двигателем. Конструирование и расчет системы выпуска силовой установки с газотурбинным двигателем.

7. Общие сведения о трансмиссиях. Назначение и основные требования, предъявляемые к трансмиссиям. Классификация, основные показатели и характеристики. Краткий обзор, анализ и оценка трансмиссий, применяемых на отечественных и зарубежных автомобилях и тракторах. Перспективы развития. Характер нагрузок, возникающих в трансмиссии при эксплуатации автомобилей и тракторов. Нагрузочные режимы деталей и механизмов трансмиссии. Крутильные колебания в трансмиссии. Спектр нагрузок и закон их распределения. Корреляционные зависимости нагрузок и частоты вращения элементов трансмиссии. Определение расчетных моментов при различных режимах работы.

8. Сцепления. Общие сведения, классификация. Функция и место размещения в силовой цепи. Основные требования. Применяемые фрикционные материалы, их характеристики. Конструирование сцеплений, конструктивные схемы сцеплений, их анализ. Расчетный момент. Определение основных параметров сцепления. Определение параметров буксования сцепления и его тепловой режим, оценка долговечности. Расчет типовых элементов фрикционных сцеплений: рабочие пружины, ведущие диски, ведомые диски, рычаги выключения сцепления. Конструктивные мероприятия, повышающие работоспособность сцепления. Частоты крутильных колебаний, их расчет. Приводы управления сцеплением, выбор

основных параметров привода. Основные направления совершенствования муфт сцепления.

9. Механические и гидромеханические коробки передач. Общие сведения, требования и классификация. Ступенчатые коробки передач с неподвижными осями, их классификация, принципиальные схемы. Основные принципы выбора кинематической схемы. Применяемые материалы и допускаемые напряжения. Зубчатые передачи, их проектирование и расчет. Расчет валов, шлицевых соединений и муфт. Подшипники, их расчет. Механизмы переключения передач. Расчет синхронизаторов. Основы синтеза и анализа планетарных передач. Планетарные коробки передач, типовые конструкции. Особенности конструирования и расчета планетарных коробок передач.

10. Гидромеханические коробки передач. Общие свойства и характеристики гидромуфт и гидротрансформаторов, применяемых в автомобилях и тракторах. Отдельные вопросы конструирования гидромеханических коробок передач. Двухпоточные гидромеханические передачи, преимущества и недостатки, область применения. Смазка коробок передач, уплотнения и их выбор. Картер, основы конструирования. Раздаточные коробки. Общие сведения, требования, классификация, типовые конструкции, анализ.

11. Бесступенчатые передачи. Гидрообъемные передачи, общие сведения, оценка, область применения. Характеристики гидронасосов и гидромоторов. Особенности выбора насоса и мотора. Способы регулирования передачи. Электрические и электромеханические передачи, общие сведения, оценка, область применения. Характеристики применения электрических машин. Фрикционные передачи, общие сведения, классификация, оценка, область применения, принципиальные схемы. Перспективы развития бесступенчатых передач.

12. Карданная передача. Общие сведения, классификация, основные требования. Типы карданных шарниров. Анализ типовых конструкций. Применяемые материалы. Кинематика карданных шарниров. Расчет критической частоты вращения карданного вала. Расчет элементов карданной передачи на прочность.

13. Главная передача, дифференциал и привод к ведущим колесам. Классификация главных передач, основные требования, типовые конструкции. Жесткость элементов главной передачи. Особенности расчета зубчатых колес, валов и подшипников. Смазка главной передачи. Особенности расчета зубчатых колес, валов и подшипников. Смазка главной передачи. Классификация дифференциалов. Расчет кинематики и коэффициента полезного действия. Шестеренчатые дифференциалы, типовые конструкции, анализ. Особенности проектирования и расчета. Кулачковые и

червячные дифференциалы, типовые конструкции, определение основных параметров. Типы полуосей, применяемые материалы, выбор расчетных режимов. Расчет полуосей

Основные учебники и учебные пособия:

1. Конструирование и расчет элементов трансмиссий транспортных машин: учеб. пос. / Под ред. А.П. Харченко. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2002. – 144 с.

2. Кощеев В.Д., Поршнев Г.П. Конструкции планетарных передач гусеничных машин: Мет. указ. СПб., Изд-во СПбГТУ, 1999.

3. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.

4. Лукин П.П. и др. Конструирование и расчет автомобиля. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1984. – 375 с.

5. Харченко А.П. и др. Разработка компоновочной схемы коробок передач: Мет. Указ. Л., Изд-во ЛГТУ, 1991. – 28 с.

6. Харченко А.П. и др. Проектирование и расчет основных элементов коробок передач: Мет. Указ. Л., Изд-во ЛГТУ, 1991. – 40 с.

Дополнительная литература:

1. Харченко А.П. Конструирование и расчет планетарных передач. – Л.: Изд-во ЛПИ, 1974. – 190 с.

2. Расчет и конструирование гусеничных машин / Под ред. Н.А. Носова. – Л.: Машиностроение, 1972. – 560 с.

3. Проектирование трансмиссий автомобилей: справочник / Под ред. А.И. Гришкевича. – М.: Машиностроение, 1983. – 240 с.

4. Харченко А.П. и др. Анализ планетарных передач гусеничных машин: Мет. Указ. Л., Изд-во ЛПИ, 1989. – 24 с.

5. Серенсен С.В. и др. Валы и оси. Конструирование и расчет. – М.: Машиностроение, 1970. – 319 с.

6. Серенсен С.В. и др. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность: Руководство и справочное пособие. – М.: Машиностроение, 1975. – 488 с.

7. Поршнев Г.П., Харченко А.П. Конструкции трансмиссий гусеничных машин. Альбом конструкций. Л., Изд-во ЛПИ, 1983. – 24 с.

8. Харченко А.П., Поршнев Г.П. Конструкции трансмиссий гусеничных машин. Описание к альбому конструкций. Л., Изд-во ЛПИ, 1985. – 28 с.

9. Кощеев В.Д., Поршнев Г.П. Конструкции планетарных передач гусеничных машин: Мет. указ. СПб., Изд-во СПбГТУ, 1999. – 36 с

2.6 Динамика машин

1. Колебания систем с одной степенью свободы. Понятие о колебательных системах. Системы с распределенными и сосредоточенными параметрами. Обобщенные координаты и степени свободы колебательной системы. Линейные и крутильные колебания. Характеристики упругих и демпфирующих элементов. Эквивалентные системы. Понятие о линеаризации характеристик элементов колебательной системы. Понятие об упругих и квазиупругих силах. Уравнение равновесия колебательной системы. Свободные колебания систем без демпфирования и с демпфированием. Периодический и аperiodический режимы движения. Вынужденные колебания при силовом и кинематическом возбуждении. Гармоническое возбуждение. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики колебательной системы. Гармонический анализ – использование в задачах с возбуждением периодической и произвольной формы. Колебательная система под действием двух возмущений с близкими частотами – биения. Свободные и вынужденные колебания в нелинейных системах. Приближенные и численные методы решения нелинейных систем. Понятие об автоколебаниях. Параметрическое возбуждение колебаний.

2. Колебания систем с n степенями свободы. Системы с двумя степенями свободы. Определение собственных частот и форм колебаний. Вынужденные колебания без учета и с учетом демпфирования. Формы вынужденных колебаний. Запись и решение задачи о вынужденных колебаниях в матричной форме. Система уравнений колебательной системы с n степенями свободы (последовательная цепочка). Обобщение матричной формы записи уравнений на колебательную систему произвольной структуры. Методы численного определения амплитуд колебаний для систем с n степенями свободы.

3. Основы виброзащиты. Пассивная виброизоляция. Активная виброизоляция. Виброгасители. Понятие о критической скорости вращения упругого массивного вала.

4. Основы статистической динамики. Понятие динамической системы и ее оператора. Линейные и нелинейные операторы. Операторы дифференцирования и интегрирования. Оператор линейной колебательной системы. Передаточная функция динамической системы. Частотная характеристика динамической системы. Преобразование динамической системой спектральной плотности случайного воздействия. Определение статистических характеристик реакции динамической системы по известным статистическим характеристикам воздействия.

Основные учебники и учебные пособия:

1. Вульфсон И. И. "Динамика машин. Колебания" – Юрайт, 2017, 276 с.
2. Степанов А.Г, Динамика машин.-Екатеринбург:УрОРАН, 1999, 301с.
3. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. - М.: Наука, 1975, 444 с.
4. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с.

Дополнительная литература:

1. Расчет крутильных колебаний в трансмиссии. Методические указания к курсовой работе. Л. Изд-во ЛПИ, 1989. - 36 с
- Дополнительная литература:

2.7 Методы измерений

1. Измерения при испытаниях. Требования, предъявляемые к измерительной аппаратуре. Тензорезисторы и применяемая аппаратура. Ёмкостные и индукционные преобразователи. Пьезопреобразователи. Термопреобразователи. Калибровка (тарировка) тензорезисторов и других преобразователей. Измерение сил и моментов. Измерение давлений. Измерение пути, скорости и относительного перемещения контактным и бесконтактным методами. Измерение вибраций и ускорений. Измерение расхода жидкости и газа. Применение гироскопов. Регистрирующая аппаратура. Устройство обработки данных измерений.

2. Испытания автомобиля в целом. Испытание на топливную экономичность при равномерном движении и разгоне. Регулировочные испытания на примере испытания топливной аппаратуры. Определение взаимодействия автомобиля с окружающей средой. Испытания автомобиля в аэродинамической трубе. Определение тормозных свойств автомобилей в дорожных условиях. Испытания на плавность хода. Испытания на управляемость и устойчивость. Испытания на проходимость. Испытания на долговечность. Испытания на пассивную безопасность.

3. Испытание узлов и агрегатов автомобилей. Методы испытаний. Дорожные испытания на надежность и долговечность. Стендовые испытания на долговечность. Статистические методы исследования нагрузочных режимов. Испытание элементов трансмиссии: сцепление, коробка передач, карданные передачи. Снятие упругих и демпфирующих характеристик подвески. Определение долговечности подвески. Испытание шин и колес на долговечность. Определение развала и схождения колёс. Испытания ведущих мостов. Инерционные стенды. Разомкнутые стенды. Применение замкнутых стендов. Методы нагружения замкнутых стендов.

Основные учебники и учебные пособия:

1. Иванов А.А., Ковчик А.И., Столяров А.С. Метрология , стандартизация и сертификация – Инфра-М, 2019 г.
2. Электронное управление автомобильными двигателями/ Г.П. Покровский, Е.А. Белов, С.Г. Драгомиров и др.; Под ред. Покровского Г.П. – М.: Машиностроение, 1994. – 336 с.
3. Bosch. Автомобильный справочник: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.: ил.
4. Электрические измерения неэлектрических величин. А.М. Туричин, П.В. Новицкий, Е.С. Левшина. – Л.: Энергия, 1975. – 570с.

Дополнительная литература:

1. Автоматическая система ускоренных испытаний автомобильных конструкций. М.С. Высоцкий, А.А. Ракицкий, М. И. Горбачевич и др. – АН БССР, Минск: Наука и техника, 1989. – 166с.
2. Кугель Р.В. Испытания на надёжность машин и их элементов. – М.: Машиностроение, 1982. – 181с.
3. Лаптев С.А. Дорожные испытания автомобилей. – М.: Машгиз, 1962. – 315с.
4. Испытание автомобилей: Учебное пособие для вузов по специальности – Автомобили и тракторы. / В.Б. Цимбалин, В.Н. Кравец, С.М. Кудрявцев и др. – М.: Машиностроение, 1988.
5. Испытание автомобилей: Учебное пособие для вузов по специальности – Автомобили и тракторы. В.Б. Цимбалин, В.Н. Кравец, С.М. Кудрявцев и др. М.: Машиностроение, 1978. – 199с.

2.8 Технология производства наземных транспортно-технологических машин

1. Основы взаимозаменяемости. Требования ЕСТД.
2. Основы технологии изготовления деталей. Производственный и технологический процессы. Технологическое деление изделий как объекта производства. Структура технологического процесса. Технологическая терминология. Типы машиностроительных производств. Точность механической обработки. Факторы, влияющие на точность обработки. Методы получения заданных размеров. Погрешности обработки и их определение. Качество обработанной поверхности в зависимости от вида обработки. Базы и их классификация. Черновые и чистовые базы. Установка деталей на станках. Выбор способа изготовления заготовок. Припуски и допуски на механическую обработку. Виды механической обработки. Проектирование технологических процессов механической обработки.

Исходные данные, последовательность проектирования. Определение маршрута обработки и разработка операционной технологии. Техническое нормирование.

3. Специальные виды обработки деталей. Термическая обработка. Закалка. Поверхностная закалка. Отпуск. Старение. Химикотермическая обработка деталей. Цементация. Азотирование. Цианирование. Диффузионная металлизация. Упрочняющая обработка деталей давлением. Обкатывание и раскатывание поверхностей вращения. Накатывание поверхностей сложных форм. Дорнование отверстий. Обработка дробью. Центробежная обработка. Электромеханическое сглаживание. Способы нанесения покрытий на детали. Гальванические покрытия. Лакокрасочные покрытия.

4. Особенности серийного производства транспортных машин. Технологичность конструкции. Унификация и агрегатирование. Специализация производств. Типизация технологических процессов. Метод групповой технологии. Универсально-наладочные и универсально-сборочные приспособления и штампы. Задачи комплексной автоматизации проектирования и изготовления изделий.

5. Технология изготовления валов. Конструктивные и технологические особенности валов. Технологические маршруты. Требования. Рекомендуемые материалы. Пути повышения производительности изготовления валов.

6. Технология изготовления втулок и цилиндров. Конструктивные и технологические особенности. Примеры технологических маршрутов. Комплексная автоматизация изготовления втулок.

7. Технология изготовления деталей класса «диски». Конструктивные и технологические особенности. Цилиндрические зубчатые колеса. Материалы. Виды обработки. Примеры технологических маршрутов. Конические зубчатые колеса. Способы образования зубьев. Диски трения, особенности изготовления.

8. Технология изготовления корпусных деталей. Конструктивные и технологические особенности. Обработка основных поверхностей. Комплексная автоматизация изготовления корпусных деталей. Конструктивные и технологические особенности рам и кузовных конструкций.

9. Технология сборки и испытаний узлов и агрегатов машин. Характеристика технологических процессов сборки. Сборка узлов с подшипниками качения и скольжения. Сборка зубчатых и червячных передач. Сборка уплотнений. Сборка и испытания агрегатов трансмиссий. Общая сборка машин. Расчет размерных цепей сборочных единиц.

10. Основы проектирования приспособлений. Назначение и классификация приспособлений. Элементы приспособлений. Установочные или опорные элементы. Зажимные, направляющие и вспомогательные элементы. Корпуса приспособлений. Методика проектирования приспособлений.

Основные учебники и учебные пособия:

1. Капустин Н.М. и др. Технология производства гусеничных и колесных машин. – М. Машиностроение, 1989.

2. Прогрессивные технологические процессы в автостроении. Под ред. С.М.Степашкина. – М. Машиностроение, 1980.

Дополнительная литература:

1. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. – М. Машиностроение, 1987.

2. Новиков М.Н. Основы технологии сборки машин и механизмов. - М. Машиностроение, 1980.

3. ПРИМЕР ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт машиностроения, материалов и транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

_____ А.А. Грачев

« ___ » _____ 20__ г.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

по образовательным программам

**23.04.02_01 «Компьютерные технологии проектирования беспилотных
автомобилей и электромобилей»**

23.04.02_09 «Мобильные энергетические платформы»

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

1. Примеры тестовых вопросов (максимальный балл – 4):

а. В традиционных методиках расчета передаточные отношения механической части гидродинамической трансмиссии выбираются по:

- геометрической прогрессии;
- квадратичной зависимости;
- на основе статистических данных;
- арифметической прогрессии.

б. Торцевые уплотнения рассчитаны на давления до:
-до 0,8 МПа;

- 0,1...0,2 МПа;
- 1,2...1,4 МПа;
- 0,2...0,3 МПа.

в. Выберите зависимость, связывающую коэффициент сопротивления повороту μ , максимальное значение коэффициента сопротивления повороту на данном грунте μ_{max} и относительный радиус поворота r :

- $\mu = \mu_{max} / (1 - 0,15 r)$;
- $\mu = \mu_{max} / (0,925 + 0,15 r)$;
- $\mu = \mu_{max} / \exp(0,925 + 0,15 r)$;
- $\mu = \mu_{max} / (1 + 0,15 r)$.

2. Пример краткого описательного вопроса в тесте (максимальный балл – 8):

Поясните термин "число степеней свободы механической системы" на примере планетарной коробки передач. Поясните, каким образом задаются законы движения звеньев при включении передач.

3. Пример развернутого описательного вопроса в тесте (максимальный балл – 20):

Силы, действующие на автомобиль при равномерном повороте на горизонтальной плоскости, с учетом увода колес (перечислить основные допущения расчетной модели, перечислить силы и моменты, действующие на автомобиль, предложить принципы определения значений сил и моментов - расчетные формулы приводить не обязательно).