

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



ПОТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
/Д.С. Гуш/  
« \_\_\_\_\_ » сентября 2020 г.

**ПРОГРАММА**  
**вступительного испытания для поступающих в аспирантуру**  
**по направлению 15.06.01 Машиностроение**  
**программа (профиль) 05.05.04 Дорожные, строительные**  
**и подъемно-транспортные машины**

Красноярск 2020

Программу вступительного экзамена включены следующие разделы: приводы и системы управления; теоретические основы процессов взаимодействия рабочих органов со средой; машины для земляных работ, машины для переработки каменных материалов, приготовления и бетонных смесей; машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог; механизированный инструмент и средства малой механизации строительства; грузоподъемные машины; машины непрерывного транспортирования; общие вопросы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта машин.

## **1. Приводы и системы управления строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин**

Двигатели внутреннего сгорания, их внешние характеристики.

Гидроприводы и гидравлическое оборудование. Типовые схемы объемных гидроприводов. Выбор и расчет основных параметров объемных гидроприводов.

Гидродинамические системы приводов их основные схемы использования гидродинамических приводов.

Электроприводы, дизель-электрический привод. Области применения. Основные принципиальные схемы и внешние характеристики.

Механические трансмиссии.

Методы расчета и моделирования динамических процессов в системах приводов.

Основы автоматизации систем, управления.

## **2. Расчет основных подсистем, узлов и элементов строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин**

Базовые тягачи. Тяговый баланс. Конструктивные схемы для различного агрегатирования и использования.

Ходовое оборудование. Классификация, методы расчета колесных и гусеничных движителей.

Унифицированные узлы. Главные параметры основных унифицированных узлов.

Характеристика и методы определения нагрузок, действующих на элементы, узлы и машину в целом. Случайный характер изменения нагрузок, действующих на рабочее оборудование. Основные статические свойства и характеристики нагрузок. Методы расчета динамических нагрузок.

Обеспечение и повышение основных показателей надежности машин и комплектов на этапе проектирования. Характеристика факторов, определяющих надежность машин: конструктивные, технологические, эксплуатационные. Выбор показателей надежности и установление их значений.

Методы, оборудование и аппаратура для исследования и испытания

машин.

### **3. Теоретические основы процессов взаимодействия рабочих органов строительных и дорожных машин со средой**

Процессы разработки грунтов методами механического воздействия. Классификация методов, физико-механические и прочностные характеристики грунтов. Методы расчета сопротивления при разработке грунтов.

Дробление, обогащение продуктов дробления горных пород механическими методами и их классификация.

Процессы, протекающие при перемешивании строительных смесей. Классификация методов перемешивания.

Процессы уплотнения грунтов и строительных смесей. Методы статистического уплотнения. Методы вибрационного и виброударного воздействия на уплотняемую среду.

Теоретические основы процесса взаимодействия рабочих органов уборочных машин со снегом, наледями.

### **4. Землеройные и землеройно-транспортные машины, машины для уплотнения грунтов и оборудование для буровых и свайных работ**

Общая классификация машин для земляных работ. Классификация экскаваторов и землеройно-транспортных машин и характеристика осуществляемых ими технологических процессов. Определение сопротивлений фунта резанию и копанию.

Одноковшовые экскаватора. Классификация. Основные параметры экскаваторов. Рабочий процесс одноковшовых экскаваторов с различным рабочим оборудованием и приводом. Расчет производительности.

Общий расчет одноковшовых экскаваторов. Определение усилий, скоростей, мощностей и передаточных отношений основных механизмов. Статический и динамический расчет.

Конструкция и расчет рабочего оборудования.

Экскаваторы непрерывного действия. Классификация и области применения. Конструктивные схемы. Траншеекопатели с роторным и цепным рабочими органами. Определение усилий на рабочих органах, скоростей движения и мощности.

Землеройно-транспортные машины: скреперы, бульдозеры, автофейдеры, фейдер-элеваторы, колесные погрузчики.

Классификация, основные параметры, конструктивные схемы и виды рабочего оборудования. Тенденции развития. Рабочий процесс и определение производительности. Общий и тяговый расчеты. Конструкции основных узлов. Типовые расчетные схемы машин. Устойчивость машин. Расчет основных элементов конструкции.

Машины для подготовительных работ. Кусторезы, корчеватели,

рыхлители. Классификация, рабочий процесс. Расчет основных параметров и определение производительности. Конструктивные схемы.

Машины для уплотнения грунтов. Классификация, область применения. Тяговый расчет. Выбор основных параметров и определение производительности. Особенности расчетных схем, их анализ и определение нагрузок.

Машины и оборудование для буровых и свайных работ. Бурильные машины, классификация и область применения. Ударное и вращательное бурение. Оборудование для сооружения буронабивных свай. Конструкция и расчет основных параметров бурильного оборудования. Классификация и конструкция сваебойных молотов.

## **5. Машины и оборудование для дробления и сортировки материалов, приготовления и транспортирования бетонных смесей**

Классификация и конструкция машин для измельчения материалов. Основы расчета геометрических, кинематических, энергетических параметров машин для дробления материалов. Объемная и поверхностная теория дробления.

Классификация и конструкция оборудования для сортировки и обогащения материалов. Основы механики плоских быстроходных грохотов. Оборудование для воздушной и гидравлической сепарации материалов. Физические основы процессов, расчет режимов работы оборудования.

Классификация и конструкции машин для приготовления бетонных и растворимых смесей. Принцип действия, конструкция, расчет производительности и мощности гравитационных смесителей. Смесители принудительного действия.

Машины для транспортирования бетонных и растворных смесей: автобетоносмесители, бетоновозы, бетононасосы. Схемы, режимы рабочего процесса. Расчет мощности и производительности.

## **6. Машины и автоматизированные комплекты для строительства покрытий автомобильных дорог и аэродромов и оборудование для содержания и ремонта дорог**

Классификация оборудования, машин и комплексов для строительства покрытий.

Комплекты машин для строительства асфальтобетонных покрытий. Оборудование для хранения, транспортирования и разогрева вяжущих материалов. Основы теории и расчеты.

Машины и комплекты для укладки асфальтобетонной смеси. Теория рабочего процесса комплекта. Основы расчета.

Комплекты машин для строительства цементобетонных покрытий. Характеристика машин и оборудования, составляющих комплект.

Машины и комплекты для содержания и ремонта автомобильных дорог

и аэродромов. Классификация машин. Основы теории расчета и расчет основных машин, составляющих комплект.

## **7. Механизированный инструмент и другие средства малой механизации рабочих процессов в строительстве**

Назначение и область применения средств малой механизации.

Выбор основных параметров и типа двигателя для привода механизированного инструмента. Сравнительная оценка машин с электрическим, пневматическим, гидравлическим приводом, а также с приводом от двигателя внутреннего сгорания.

Машины для отделочных и кровельных работ, классификация, конструкция и основы расчета.

## **8. Подъемно-транспортные машины**

Общие положения расчета подъемно-транспортных машин. Классификация, основные параметры, рабочий цикл. Виды и классификация нагрузок. Режим работы. Возможности регулирования скорости движения механизмов с приводами различных типов. Автоматизация управления и блокировки рабочих операций грузоподъемных кранов.

Канатные системы. Типы, классификация и назначение гибких органов. Расчет каната по правилам Госгортехнадзора. Причины разрушения канатов. Браковка канатов. Сравнение различных типов гибких органов. Барабаны и блоки для канатов. Расчет стенок барабанов. Полиспасты. Схемы. Анализ кратности полиспаста на параметры механизма. КПД блока и полиспаста при подъеме и опускании груза.

Грузозахватные устройства. Типы и области применения. Универсальные грузозахватные устройства. Специальные грузозахватные устройства - клещевые захваты, грейферы, электромагнитные, вакуумные захваты. Конструкции. Основные расчетные положения.

Тормозные устройства. Типы и конструкции, расчет. Системы управления тормозами. Выбор привода тормоза, расчетные зависимости. Тепловой расчет тормоза. Фрикционные материалы.

Механизмы грузоподъемных машин. Механизмы подъема груза, передвижения, поворота, изменения вылета. Общие расчетные зависимости. Привода работы механизмов: разгон, установившееся движение и торможение. Сопротивления движению. Определение потребной мощности двигателя. Определение тормозного момента. Устройства безопасности в крановых механизмах.

Определение сопротивлений при повороте крана. Опорно-поворотные устройства кранов на колонне. Кинематические схемы механизмов изменения вылета. Механизм с канатным полиспастом.

Устойчивость передвижных кранов. Устойчивость «собственная» и «грузовая». Нагрузки, учитываемые при определении устойчивости.

Коэффициент устойчивости.

Способы управления кранами. Управление контроллерное, контактное, дистанционное и телемеханическое по проводной и беспроводной связи. Полуавтоматическая и автоматическая работа кранов. Приборы безопасности.

Приборы и устройства безопасности. Предохранительные устройства, ограничители, указатели, ловители.

Бункеры, затворы, питатели. Анализ процесса истечения материала из бункера. Сводообразование и способы борьбы с ним. Расчет давления груза на дно и стенки бункера.

## **9. Грузоподъемные машины**

Специальные лебедки. Кинематические схемы, особенности работы, действующие нагрузки, расчет элементов. Грейферные лебедки. Лебедки с большой канатоемкостью. Канатокладчики.

Стреловые краны. Стреловые системы, обеспечивающие горизонтальное перемещение груза. Кинематические схемы и нагрузки в элементах стреловых систем.

Строительные башенные краны. Типы, конструкции, устройство и характеристики передвижных стационарных башенных кранов. Особенности ходовой части кранов. Определение нагрузок для расчета механизмов кранов и металлической конструкции.

Мостовые перегружатели и козловые краны. Типы, назначение и области применения. Особенности конструкции тележки перегружателя. Особенности металлоконструкции и тележек одноблочных козловых кранов.

Металлургические краны. Общие требования к металлургическому подъемно-транспортному оборудованию.

Подъемники. Классификация подъемников. Основные кинематические схемы, конструктивные компоновки. Производительность подъемника.

Лифты. Развитие лифтостроения. Расчет количества лифтов. Скорость, ускорение. Точность остановки. Типы и конструкции подъемных механизмов.

Краны-штабелеры. Классификация. Область применения. Особенности конструкции. Нагрузки, действующие на элементы крана-штабелера.

Контейнерные краны. Классификация. Назначение и области применения. Конструкции контейнерных захватов. Расчет элементов захватов.

Самоходные краны. Назначение, основные характеристики, классификация. Схемы перегрузочных, монтажных и специальных кранов.

Кабельные краны. Области применения и устройство. Натяжения и провесы несущих канатов. Схемы запасовки и особенности расчета.

## **10. Машины непрерывного транспорта**

Классификация машин непрерывного транспорта. Основы выбора транспортирующей машины и сравнительные технико-экономические показатели. Условия и режимы работы. Перспективы развития машин непрерывного действия. Охрана труда и техника безопасности при эксплуатации машин непрерывного транспорта. Классификация транспортируемых грузов, их физико-механические свойства. Производительность, обобщенный коэффициент сопротивления перемещению грузов.

Конвейеры и гибким тяговым элементом. Разновидности тяговых элементов. Конвейерные ленты и тяговые цепи, их классификация, конструкции и параметры. Основы выбора ленты и цепи.

Ленточные конвейеры. Классификация. Разновидности роликовых опор и роликов, выбор их размеров. Устройства, препятствующие боковому смещению ленты. Теория и схемы тягового усилия на ленту трением.

Пластинчатые конвейеры. Полотно пластинчатого конвейера и направляющие рельсы. Расчет усилия натяжения цепи и мощности привода.

Эскалаторы и пассажирские конвейеры. Классификация. Конструктивные особенности основных узлов: главного привода, малого привода, рабочих и аварийных тормозов, тяговых цепей и лестничного полотна, натяжной станции, поручневых установок. Теоретические основы выбора параметров.

Скребокковые конвейеры и элеваторы. Полотно, загрузка, разгрузка. Определение параметров полотна и скорости движения. Ковшовые элеваторы для сыпучих грузов. Особенности привода и натяжного устройства. Теория процессов наполнения и опорожнения ковшей. Тяговый расчет.

Подвесные конвейеры. Устройство, область применения, достоинства и недостатки подвесных конвейеров. Тяговый орган, каретки, подвески. Элементы подвесных путей и их расчет. Производительность, скорость и шаг подвесок.

Конвейеры без гибкого тягового органа. Устройство, принцип действия и область применения винтовых конвейеров и транспортирующих труб. Теория перемещения груза. Сопротивление движению груза. Расчет винта.

Инерционные конвейеры. Устройство и принцип действия. Основы теории качающихся и вибрационных конвейеров.

Пневматический и гидравлический транспорт. Области применения, преимущества и недостатки; типы и схемы установок пневматического транспорта. Загрузочные и разгрузочные устройства, трубопроводы и способы уменьшения их износа. Расчет установок пневмотранспорта. Пневматический транспорт грузов в аэрированном состоянии. Гидравлический транспорт. Схемы и оборудование.

Подвесные канатные дороги и кабельные краны. Общие сведения. Области применения и перспективы развития. Устройство и основные параметры. Особенности конструкции канатов. Основы расчета канатных дорог.

Конструкция вагонеток и сцепных приборов.  
Приводы канатных дорог. Классификация и устройство. Тяговый расчет.

## **11. Строительная механика и металлические конструкции**

Общие положения. Назначение и виды металлических конструкций. Специфика их проектирования. Строительная механика машиностроительных конструкций. Статически определимые стержневые системы. Расчет на действие неподвижных нагрузок балочных и рамных, жестких и шарнирных конструкций. Расчет конструкций при подвижных нагрузках, расчет по линиям влияния. Определение перемещений в упругих конструкциях. Принцип возможных перемещений, формула Мора.

Расчет статически неопределимых конструкций. Расчет методом сил. Учет погрешностей изготовления и температурных деформаций.

Расчет конструкций методом перемещений. Понятие о численных методах расчета. Метод конечных элементов, назначение, возможности и достоинства метода.

Металлические конструкции машин. Общие методы проектирования и расчета конструкций. Метод допускаемых напряжений, расчет по предельным состояниям, расчет на надежность.

Расчетные нагрузки. Динамические нагрузки в элементах конструкций.

Материалы для металлических конструкций. Рациональный выбор материалов.

Расчет сварных соединений. Расчет болтовых соединений.

Напряженно-деформированное состояние тонкостенных конструкций при изгибе и кручении. Центр изгиба тонкостенных стержней. Расчет стержней на кручение, угол закручивания и максимальные касательные напряжения.

Проектирование и расчет пространственных рам.

## **12. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ**

Виды и характеристики ПРТС - работ. Грузы. Грузопотоки промышленных предприятий. Генеральный план предприятия. Технология ПРТС работ как составная часть комплексной технологии производства.

Транспортное, погрузочно-разгрузочное и складское хозяйство предприятий. Складское и тарное хозяйство. Общие сведения. Склады и грузовые площадки для тарно-штучных грузов. Их параметры, устройство, оборудование и расчеты. Склады навалочных, лесных и наливных грузов.

Промышленный транспорт. Железнодорожный и автотракторный промтранспорт. Специальные виды промышленного транспорта.

Устройство, особенности применения.



### **13. Основы робототехники**

Автоматизация производственных процессов с помощью роботов и манипуляторов. Организация роботизируемого производства. Гибкие автоматизированные производства (ГАП). Автоматизированные подъемно-транспортные системы ГАП.

Конструктивное устройство и механика промышленных роботов.

Общая структурная схема промышленного робота и функции его подсистем. Конструктивно-компоновочные схемы промышленных роботов. Статика механизма манипуляторов и статические ошибки. Кинематика промышленных роботов.

### **14. Общие вопросы технической эксплуатации дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин**

Содержание понятий производственной и технической эксплуатации строительных и дорожных машин. Система обеспечения надежности строительных и дорожных машин при эксплуатации. Технический надзор, правила и безопасность работ.

Принципы системы технического обслуживания и ремонта машин. Содержание и периодичность работ. Способы повышения работоспособности машин в процессе ремонта.

Диагностика технического состояния машин. Основные положения теории, методы и способы диагностики.

Эксплуатационные мероприятия по продлению срока службы машин и их узлов. Теоретические основы обкатки машин. Обоснование периодов и режимов обкатки.

Эксплуатационные материалы. Смазочные материалы и их влияние на износ машин.

Топливо и эксплуатационные жидкости. Основные свойства и условия применения.

Монтаж подъемно-транспортных машин. Организационно-техническая подготовка к монтажу. Такелажная оснастка и монтажное оборудование. Такелажные работы. Монтаж и наладка элементов машин. Монтаж грузоподъемных кранов. Монтаж машин непрерывного транспорта и лифтов. Безопасность монтажных работ.

Транспортирование машин. Транспортные средства для перевозки крупногабаритных тяжелых машин и оборудования. Хранение машин и их консервация.

#### **Список рекомендованных источников**

1. Александров М.П. Грузоподъемные машины: учебник для вузов / М.П. Александров. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана; Высш. шк., 2000. - 552 с.

2. Слюсарев А.С. Гидравлический транспорт: учеб. пособие по курсу «Машины непрерывного транспорта» /А.С. Слюсарев. - Н.Новгород : Изд-во ФГОУ ВПО ВГАВТ, 2005. - 43 с.

3. Васильев К.А. Транспортные машины: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся / К.А. Васильев, А.К. Николаев. – СПб. : С-Петербург. гос. гор. ин-т им. Г.В. Плеханова, 2003. - 120 с.

4. Покушалов П.М. Средства и методы повышения эффективности непрерывного транспорта: учеб. пособие / М.П. Покушалов; Белгор. гос. технол. акад. строит, материалов. – Белгород: БелГТАСМ, 2002. - 84 с.

5. Устинов Ю.Ф. Машины непрерывного транспорта: лаб. Практикум / Устинов Ю.Ф., Калинин Ю.И., Волков Н.М.; Воронеж, гос. архит.-строит. ун-т. -Воронеж, 2006. - 131 с.

6. Дорожно-строительные комплексы: учебник вузов по дисциплине «Дорожные машины» / В.И. Баловнев и др.; под общ. Ред. В.И. Баловнева. -2-е изд., доп. и перераб. – Москва-Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. -258 с.

7. Баловнев В.И. Машины для содержания и ремонта городских и автомобильных дорог: учеб. пособие / В.И. Баловнев, В.И. Мещеряков, М.А. Беляев, В.В. Приходько, Р.Г. Данилов. - Омск: ОАО «Омский дом печати», 2005. 768 с.

8. Никулин П.И. Коммунальные машины. Лабораторный практикум: учеб. пособие / П.И. Никулин, В.А. Нилов. М.И. Щербинин, Д.А. Удодов.- Воронеж: изд. Воронежского ГАСУ, 2004. - 130 с.

9. Машиностроение: энциклопедия. В 40 т. Разд. IV: Расчет и конструирование машин, Т. IV-9. Строительные, дорожные и коммунальные машины. Оборудование для производства строительных материалов/ ред. К.В. Фролов. –М., 2005.-735 с.

10. Специальные и специализированные автотранспортные средства России и СНГ: справочник. Вып. 8: Спецавтотехника / сост. М.И. Гриф, В.С. Олитский, Л.М. Ягудаев, ред. М.И. Гриф. - М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005. - 212 с.

11.Специальные и специализированные автотранспортные средства России и СНГ: справочник. Вып. 6.: Спецавтотехника / сост. М.И. Гриф, В.С. Олитский, Л.М. Ягудаев, ред. М.И. Гриф. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2003. - 199 с.

12.Кириллов Ф.А. Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование : учеб. пособие для практических занятий / Ф.А. Кириллов, А.Н. Щипунов. – Томск, 2001. - 146 с.

Составитель программы:

В.В. Минин, доктор техн. наук, профессор.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.