

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
15.04.05 «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

**Физика**

***Кинематика***

Пространство. Время. Движение. Кинематика прямолинейного движения. Координата. Приращение времени. Приращение координаты. Средняя скорость. Путь. Средняя путевая скорость. Мгновенная скорость. Модуль скорости. Связь пройденного телом пути с модулем скорости. Ускорение. Равномерное движение. Зависимость координаты от времени при равномерном движении. Равноускоренное движение. Зависимость координаты и скорости от времени при равноускоренном движении.

Кинематика движения материальной точки по окружности. Угол поворота. Средняя угловая скорость. Мгновенная угловая скорость. Угловое ускорение. Равномерное движение по окружности. Равноускоренное движение по окружности.

Кинематика движения материальной точки в пространстве. Система отсчета и система координат. Радиус-вектор. Траектория. Вектор перемещения. Средняя скорость. Мгновенная скорость. Разложение вектора скорости по единичным ортам. Модуль вектора скорости и его связь с проекциями. Путь как определенный интеграл от модуля вектора скорости. Вектор ускорения и его модуль. Центробежное и касательное ускорения.

Кинематика движения твердого тела. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Произвольное движение твердого тела. Мгновенная ось вращения.

***Динамика прямолинейного движения***

Принцип инерции Галилея. опыты Галилея с телом, скользящим по наклонной плоскости. Инерциальные системы отсчета. Переход от одной системы отсчета к другой. Преобразования Галилея. Сила. Масса. Законы Ньютона. Принцип относительности. Инвариантность. Сила тяжести и вес тела. Сила трения и сила нормального давления. Основная задача динамики. Методы решения уравнений прямолинейного движения в тех случаях, когда сила зависит только от времени или только от скорости. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия и ее связь с силой. Потенциальная яма и

потенциальный барьер. Полная механическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии при прямолинейном движении. Положения равновесия. Устойчивое и неустойчивое положения равновесия.

### ***Динамика материальной точки***

Второй закон Ньютона. Начальные условия. Импульс. Момент импульса. Закон изменения момента импульса с течением времени. Момент силы. Плечо силы. Закон сохранения момента импульса материальной точки.

Работа постоянной силы. Работа как криволинейный интеграл. Кинетическая энергия. Связь приращения кинетической энергии с работой силы. Мощность силы. Закон изменения кинетической энергии с течением времени. Вывод уравнения, определяющего изменение кинетической энергии со временем. Движение частицы в вязкой среде. Мощность силы вязкого трения. Силовое поле. Консервативная сила. Потенциальная энергия. Работа консервативной силы. Градиент потенциальной энергии и консервативная сила.

Полная механическая энергия. Закон изменения полной механической энергии с течением времени. Закон сохранения полной механической энергии. Движение частицы в постоянном и однородном силовом поле.

Центральная сила. Законы сохранения при движении частицы в поле центральной силы.

### ***Динамика системы частиц***

Внутренние и внешние силы. Третий закон Ньютона. Импульс системы тел. Закон изменения импульса. Закон сохранения импульса. Центр инерции. Закон движения центра инерции. Момент импульса системы тел. Закон изменения момента импульса. Закон сохранения момента импульса. Инвариантность уравнения для момента импульса относительно преобразований Галилея. Потенциальная энергия взаимодействия частиц. Полная механическая энергия системы частиц. Закон изменения энергии системы с течением времени. Закон сохранения энергии.

Упругие соударения частиц. Упругие и неупругие соударения макроскопических тел. Законы сохранения. Химические реакции. Энергия реакции. Принцип относительности и законы сохранения.

### ***Динамика твердого тела***

Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Момент импульса твердого тела. Момент инерции. Основное уравнение вращательного движения. Моменты инерции простых тел. Теорема Штейнера. Доказательство теоремы Штейнера. Уравнения произвольного движения твердого тела. Статика. Условия равновесия твердого тела. Инвариантность законов статики. Динамика плоского движения твердого тела. Уравнения плоского движения твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела. Исследование движения цилиндра при помощи уравнений движения и законов сохранения. Маятник Максвелла.

### ***Гравитация***

Взаимодействие двух материальных точек. Закон всемирного тяготения. Эквивалентность инертной и гравитационной масс. Сила тяготения.

Потенциальная энергия взаимодействие двух материальных точек. Законы движения планет и спутников. Космические скорости.

Гравитационное поле. Закон всемирного тяготения и принцип суперпозиции. Напряженность и потенциал гравитационного поля. Гравитационное поле сферически симметрично распределенного вещества. Гравитационное поле материальной точки, сферического слоя и однородного шара. Гравитационная энергия однородного шара. Распределение давления в недрах планеты.

### ***Колебания***

Периодические колебания. Частота. Период. Гармонические колебания. Амплитуда и фаза. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Определение амплитуды и начальной фазы колебаний из начальных условий.

Пружинный маятник. Сила упругости. Закон Гука. Энергия деформированной пружины. Уравнение движения пружинного маятника. Частота колебаний пружинного маятника. Энергия пружинного маятника. Закон сохранения энергии. Физический и математический маятники. Уравнение движения. Период малых колебаний. Энергия маятника. Закон сохранения энергии. Крутильные колебания

Затухающие колебания. Пружинный маятник в вязкой среде. Уравнение движения маятника. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний. Коэффициент затухания. Амплитуда и частота затухающих колебаний. Время релаксации. Декремент затухания. Логарифмический декремент затухания. Аперриодический режим. Закон изменения полной механической энергии пружинного маятника, движущегося в вязкой среде.

Вынужденные колебания. Собственные и вынужденные колебания. Резонансная кривая.

## **Инженерная графика**

Общие правила выполнения чертежей. Требования стандартов к оформлению конструкторских документов.

Виды. Расположение основных видов. Дополнительные виды, их расположение и обозначение. Местный вид. Основные правила нанесения размеров. компоновка чертежа.

Разрезы. Простые разрезы: горизонтальные, вертикальные и наклонные, правила их выполнения. Обозначение разрезов. Правила совмещение видов и разрезов. Правила выполнения штриховки на разрезе. Сложные разрезы: ступенчатые и ломаные, правила их выполнения.

Сечения. Расположение сечения и оформление. Обозначение сечений. Штриховка сечения. Выносные элементы. Расположение, выполнение изображения и обозначение выносных элементов.

Стандартные аксонометрические проекции. Правила выполнения стандартных аксонометрических проекций. Штриховка в аксонометрии. Построение аксонометрических проекций деталей.

Изображение и обозначение разъемных и неразъемных соединений. Понятие о разъемных соединениях. Соединения резьбовые. Изображение резьбы. Цилиндрические и конические резьбы. Профили и обозначение стандартной резьбы. Стандартные крепежные детали с резьбой. Болтовое соединение. Винтовое соединение. Шпилечное соединение. Разъемные соединения: шпоночные, шлицевые, штифтовые и др. Их назначение и изображение. Понятие о неразъемных соединениях. Неразъемные соединения: сварные, паяные, клеевые и заклепочные, их назначение и изображения.

Сборочный чертеж. Назначение сборочного чертежа и его место в производстве. Выполнение сборочного чертежа. Выбор необходимых изображений (виды, разрезы, сечения) и их масштаба. Выбор формата. Выполнение штриховки на разрезах сборочных чертежей. Нанесение размеров на сборочных чертежах. Нанесение номеров позиций и обозначение составных частей изделия. Спецификация сборочного чертежа и последовательность ее заполнения.

Системы автоматизированного проектирования. Компьютерная графика как часть САПР. Составные части машинной графики. Методы интерактивного диалога. Виды примитивов машинной графики. Параметры и атрибуты примитивов.

Структура команд САПР. Команды настроек. Назначение и область применения системы САПР. Экранный интерфейс, организация меню. Режимы работы и описание зон экрана. Порядок ввода информации. Группа команд настроек чертежа. Сохранение файлов.

Команды рисования и нанесения размеров. Инструменты точности черчения. Объектная привязка. Команды управления изображением. Команды рисования простых примитивов. Сложные примитивы САПР (текст, размеры, штриховка). Команды нанесения размеров. Построение элементов изображений средствами системы САПР.

Команды редактирования изображений. Команды простого редактирования изображений. Выбор объектов. Редактирование с помощью команд. Редактирование с помощью ручек. Изменение свойств объектов. Изменение объектов. Редактирование текста. Редактирование штриховки.

Введение в трехмерную графику. Построение твердотельных объектов. Операции с твердотельными объектами. Выполнение разрезов и сечений. Выполнение трехмерных изображений комплексных моделей. Задание точки зрения в трехмерном пространстве. Создание и управление изображением на нескольких видовых экранах. Удаление скрытых линий и раскраска. Создание и управление динамическими видами.

## **Прикладная механика и детали машин**

Развитие и достижения отечественного и зарубежного машиностроения. Детали и узлы машин и их классификация. Требования, предъявляемые к машинам. Критерии работоспособности и надежности деталей машин. Пути повышения надежности.

Механические передачи, их виды и краткая сравнительная характеристика. Кинематические и энергетические параметры механических передач.

Зубчатые передачи. Общие сведения. Классификация. Теория эвольвентного зацепления. Геометрические параметры эвольвентных прямозубых, косозубых, шевронных, конических передач, цевочных и передач с зацеплением Новикова. Кинематика передач. Силы в зацеплении. Конструкции зубчатых колес.

Червячные передачи. Общие сведения. Классификация. Кинематика и геометрия. Силы в зацеплении. Расчет по контактным и изгибным напряжениям. Пути повышения КПД.

Цепные передачи. Общие сведения. Классификация. Кинематические и геометрические параметры. Конструкции втулочных, роликовых и зубчатых цепей.

Ременные передачи. Общие сведения. Классификация. Основные типы и материалы ремней. Кинематические и геометрические параметры. Усилия и напряжения в ремне.

Фрикционные передачи и вариаторы. Условие работоспособности и кинематика.

Передача винт-гайка. Конструкции.

Валы и оси. Классификация, конструктивные особенности. Расчеты валов на прочность, жесткость и критическую частоту вращения. Расчет осей.

Опоры валов и осей. Классификация подшипников. Подшипники скольжения. Конструкции и материалы. Нагрузочная способность. Классификация и маркировка подшипников качения.

Муфты. Общие сведения и классификация. Практический подбор и проверочные расчеты элементов муфт.

Разъемные соединения. Соединения деталей машин. Общая характеристика и классификация соединений: резьбовые, шпоночные, шлицевые, профильные, штифтовые. Область применения.

Неразъемные соединения. Сварные, паяные, клеевые, заклепочные, с натягом. Особенности расчета сварных соединений. Факторы, влияющие на прочность сварного шва.

## **Метрология, стандартизация и сертификация**

Роль метрологии и измерительной техники в научных разработках и в промышленном производстве. Метрологические характеристики средств измерений и принципы их нормирования. Классификация погрешностей: случайные и систематические. Методические и инструментальные, статические и динамические. Классификация методов измерений. Характеристика преобразования. Способы уменьшения погрешностей: итерационный, метод образцовых мер. Средства измерений. Микропроцессорные средства измерений. Понятие о мерах, эталонах, образцовых и рабочих средствах измерений. Основные принципы и

теоретическая база стандартизации. Принципы, определяющие научно-техническую организацию работ по стандартизации. Методы стандартизации. Комплексная и опережающая стандартизация. Государственная система стандартизации (ГСС). Законодательная и нормативная база сертификации. Виды сертификации. Объекты обязательной и добровольной сертификации. Правила и порядок проведения сертификации. Испытательные лаборатории, их структура, порядок испытаний в лабораториях.

## **Электротехника и электроника**

Электрические цепи постоянного тока. Основные определения об электрических цепях постоянного тока. Основы расчета цепей постоянного тока. Анализ и расчет линейных электрических цепей переменного тока. Электрические цепи трехфазного тока. Элементы трехфазных цепей. Трехпроводная и четырехпроводная трехфазные цепи. Понятие о симметричных и несимметричных режимах в трехпроводной и четырехпроводной цепях. Методы расчета трехфазных симметричных и несимметричных нагрузок при соединении звездой и треугольником. Машины постоянного тока. Устройство и принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Асинхронные машины. Устройство и принцип действия трехфазного асинхронного двигателя.

Элементная база современных электронных устройств. Характеристики, параметры, назначение полупроводниковых резисторов, диодов, светодиодов, фотодиодов, транзисторов, тиристоров. Электронные устройства на транзисторах. Электронные устройства на основе операционных усилителей. Цифровые электронные устройства. Базовые логические элементы и их комбинации. Устройства сопряжения аналоговых и цифровых сигналов.

## **Безопасность жизнедеятельности**

Безопасность жизнедеятельности. Человек и среда обитания; характерные состояния системы «человек - среда обитания». Основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере. Критерии комфортности. Негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду. Критерии безопасности. Средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем. Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Управление безопасностью жизнедеятельности. Правовые и нормативно-технические основы управления Системами контроля требований безопасности и экологичности. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.

## Основы мехатроники и робототехники

Предпосылки развития и области применения мехатронных и робототехнических систем. Компоненты мехатронных и робототехнических систем. Структура и принципы интеграции мехатронных и робототехнических систем. Состав традиционной машины. Основные функции устройства компьютерного управления. Классификация и технические характеристики мотор-редукторов. Мехатронные модули вращательного движения на базе высокомоментных двигателей. Мехатронные модули линейного движения. Мехатронные модули типа «двигатель-рабочий орган». Структура системы управления функциональным движением. Интеллектуальные силовые модули. Состав ИСМ. Интеллектуальные сенсоры мехатронных модулей и систем. Цель создания интеллектуальных сенсоров. Классификация ИММД. Состав, параметры и классификация роботов. Манипуляционные системы. Рабочие органы манипуляторов. Системы передвижения мобильных роботов. Сенсорные системы. Классификация приводов машин Искусственные мышцы. Классификация систем управления роботами Особенности управления средствами передвижения роботов. Назначение робототехнических комплексов. Состав РТК. Система управления РТК. Робототехнический комплекс механообработки. Лазерный робототехнический комплекс. Преимущества и недостатки. Перспективы развития РТК. Транспортные мехатронные и робототехнические системы. Технологические машины – гексаподы. Координатно-измерительные машины. Особенности системы управления. Задача управления машиной. Требования к объекту управления. Принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике и робототехнике. Иерархия в современных мехатронных системах. Способы программирования траекторий технологических роботов. Применение нейронных сетей для управления мехатронными системами.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

На основании предложенного чертежа детали или устройства необходимо определить: ее (его) назначение, виды используемых соединений, нагрузки, которые испытывают детали, методы расчета, которые необходимо использовать при проектировании деталей и устройства в целом, материалы и технологию изготовления.

## ЛИТЕРАТУРА

**Саушкин, В. В.** Физика. Часть 1 : Учебное пособие. - Воронеж : ФГБОУ ВПО ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2012. - 148 с.

**Саушкин, В. В.** Физика. Часть 2 : Учебное пособие. - Воронеж : ФГБОУ ВПО ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. - 145 с.

**Демидченко, В. И.** Физика : Учебник. - 6 ; перераб. и доп. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 581 с

Инженерная графика : учебник / под ред. Н. П. Сорокина. - 6-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2016. - 392с.

**Чекмарев, А. А.** Инженерная графика: аудиторные задачи и задания : Учебное пособие. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 78 с.

**Чекмарев, А. А.** Инженерная графика. Машиностроительное черчение : Учебник. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 396 с.

**Буланов, Э. А.** Детали машин. Расчет механических передач : учеб. пособие для академ. бакалавриата. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 201с.

**Гурин В. В.** Детали машин. Курсовое проектирование : учебник для бакалавриата и магистратуры: в 2 кн. Кн. 2. - М. : Юрайт, 2017. - 295с.

**Жуков, В. А.** Детали машин и основы конструирования: Основы расчета и проектирования соединений и передач. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 416 с.

**Хруничева, Т. В.** Детали машин: типовые расчеты на прочность : Учебное пособие. - Москва ; Москва : Издательский Дом "ФОРУМ" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. - 224 с.

**Молотников, В. Я.** Техническая механика : учеб. пособие. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2017. - 476с.

**Сафонова, Г. Г.** Техническая механика : Учебник. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 320 с.

**Стуканов, В. А.** Материаловедение : Учебное пособие. - 1. - Москва ; Москва : Издательский Дом "ФОРУМ": ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 368с.

Материаловедение и технология материалов : Учебное пособие. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 288 с.

**Черепяхин, А. А.** Материаловедение : Учебник (СПО). - 1. - Москва ; Москва : ООО "КУРС" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 336 с.

**Окопный, Ю. А.** Механика материалов и конструкций : Учебник . - 2-е изд., доп. - М. : Машиностроение, 2002. - 436с.

Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. пособие / А. М. Степанов [и др.] ; под общ. ред. С. Н. Глаголева. — 3-е изд. — М. : Изд-во АСВ, 2016. — 248с.

**Сергеев, А. Г.** Метрология, стандартизация и сертификация : учебник и практикум для академ. бакалавриата: в 2 ч. Ч. 1 : Метрология / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2017. — 325с.

**Большаков, В. П.** Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D. Практикум : учеб. пособие / В. П. Большаков. — СПб. : БХВ-Петербург, 2018. — 494с. : ил. + DVD.

**Рылько, М. А.** Компьютерные технологии в проектировании : учеб. пособие для бакалавров / М. А. Рылько. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : АСВ, 2016. — 326с.

**Селезнев, В. А.** Компьютерная графика : учебник и практикум для академ. бакалавриата / В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Юрайт, 2016. — 228с.

**Гальперин М. В.** Электротехника и электроника : учебник / М. В. Гальперин. — 2-е изд. — М. : Форум : Инфра-М, 2017. — 480с. : ил.

**Бладыко, Ю. В.** Электроника. Практикум : учеб. пособие / Ю. В. Бладыко. — Мн. : ИВЦ Минфина, 2016. — 190с. : ил.

**Иванов, А. А.** Основы робототехники : учеб. по-собие / А. А. Иванов. - М. : ФОРУМ, 2015. - 224с.

**Борисенко, Л. А.** Малогабаритные передаточные механизмы для мехатронных устройств : монография / Л. А. Борисенко. - Могилев : Бело-рус.-Рос. ун-т, 2013. - 187с. : ил.

**Егоров, О. Д.** Конструирование механизмов ро-ботов : учебник / О. Д. Егоров. - М. : Абрис : Высш. шк., 2012. - 444с. : ил.