

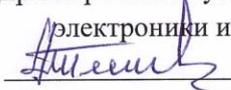
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Х.М. БЕРБЕКОВА»

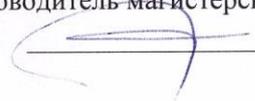
**ПРОГРАММА**

**вступительных испытаний в магистратуру**

**Направление подготовки – 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств**

**Магистерская программа  
«Технологии цифрового производства»**

И.о. директора института информатики,  
электроники и робототехники  
 Р.Ш. Тешев

Руководитель магистерской программы  
 М.М. Яхутлов

НАЛЬЧИК 2024

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Программа вступительных испытаний по направлению подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, магистерская программа «Технологии цифрового производства» описывает процедуру вступительного экзамена, позволяющего оценить готовность поступающих к освоению программы магистратуры.

1.2. Программа вступительных испытаний содержит вопросы, выносимые на экзамен, критерии оценки ответов, список рекомендуемой литературы для подготовки к вступительным испытаниям.

1.3. Вступительные испытания проводятся на русском языке.

1.4. По результатам вступительных испытаний, поступающий имеет право на апелляцию в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

1.5 Форма вступительного испытания – письменный экзамен.

1.6 Время, отводимое для письменных ответов на вопросы – 90 минут.

## 2. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

В ходе вступительных испытаний абитуриент должен продемонстрировать:

Навыки:

– деловой, стилистически и орфографически грамотной коммуникации в письменной форме на русском языке;

– самоорганизации и самообразования.

Умение:

– грамотно формулировать собственные мысли, суждения;

– ориентироваться в различных источниках информации и нормативной документации (поиск информации для подготовки к вступительным испытаниям).

Знание основных положений технологии машиностроения, металлообрабатывающего оборудования, процессов и операций формообразования и инструментального обеспечения цифрового производства.

Критерии оценивания вступительного испытания приведены в таблице

Диапазон присваиваемых баллов	Критерии оценивания
91-100	Абитуриент показал всестороннее, глубокое и систематическое знание учебного материала; ответ отличался точностью использованных понятий; материал излагался последовательно и логично. Было продемонстрировано умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. Продемонстрирована высокая степень мотивации к обучению по профилю программы
81-90	Абитуриент показал всестороннее, глубокое и систематическое знание учебного материала; ответ отличался точностью использованных понятий; материал излагался последовательно и логично. Было продемонстрировано умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. Однако не на все вопросы были даны полные и последовательные ответы. Продемонстрирована высокая

	степень мотивации к обучению по профилю программы
71-80	Абитуриент показал хорошее знание материала по вопросам экзамена. Имеются навыки аргументации и отстаивания собственной точки зрения. Однако материал излагался непоследовательно, очевидны пробелы в знаниях. Абитуриент в полной мере мотивирован к обучению по профилю программы
61-70	Абитуриент показал уровень знаний, достаточный для начала обучения по основной образовательной программе: владеет основными понятиями. Однако ответы были даны без необходимой для их раскрытия полноты и последовательности, были допущены отдельные неточности. Абитуриент демонстрирует желание к обучению по профилю программы
0-60	При ответе абитуриента обнаружилось значительные пробелы в знании учебного материала, при ответе были допущены грубые ошибки. На дополнительные вопросы абитуриент отвечал неуверенно и со значительными ошибками. Уровень знаний не позволяет приступить к освоению основной образовательной программы. Абитуриент недостаточно мотивирован к обучению по профилю программы

### 3. СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО НАПРАВЛЕНИЮ

Программа вступительного экзамена в магистратуру по направлению 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств включает следующие дисциплины:

1. Основы технологии машиностроения.
2. Технология машиностроения.
3. Оборудование машиностроительных производств.
4. Расчёт и конструирование металлорежущих станков.
5. Процессы и операции формообразования.
6. Режущий инструмент.

### 4. ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ

#### 1. Основы технологии машиностроения

Основные понятия и определения. Машина как объект производства. Служебное назначение машины и предъявляемые к ней технические требования. Исполнительные поверхности машины и связи между ними.

Показатели качества машины. Переход от служебного назначения машины к параметрам точности. Виды поверхностей деталей машин. Показатели качества деталей машин. Параметры точности деталей, их функциональная и количественная связь. Отклонения параметров точности деталей машин и причины их формирования.

Основы теории базирования. Базирование и базы в машиностроении. Три типовые схемы базирования. Образование комплектов баз. Правило шести точек. Классификация баз. Принцип единства баз. Организованная и неорганизованная смена баз. Математическое описание баз, идентификация и моделирование баз.

Основы теории размерных связей. Теория размерных цепей, основные понятия и определения. Линейные и угловые размерные цепи. Решение размерных цепей в номиналах при прямой и обратной задачах. Конструкторские, технологические и

измерительные размерные связи. Формирование погрешностей замыкающего звена для одного изделия и для партии. Методы достижения требуемой точности замыкающего звена. Достижение точности методами полной и неполной взаимозаменяемости. Достижение точности замыкающего звена по методу групповой взаимозаменяемости, методами регулировки и пригонки. Достижение точности машин в процессе сборки. Обеспечение требуемой точности в процессе сборки машин, последовательность соединения деталей. Достижение качества деталей в процессе их изготовления. Достижение точности при изготовлении деталей машин. Три этапа настройки технологических систем на точность. Формирование погрешности установки и пути её уменьшения. Причины формирования погрешности статической настройки. Управление точностью статической настройки на станках. Формирование размера динамической настройки. Влияние жёсткости технологической системы, вибраций, состояния оборудования и режущего инструмента на точность обработки. Адаптивное управление на станках для повышения точности и производительности при изготовлении деталей. Временные связи в производственном процессе.

Технико-экономические показатели изготовления машин. Временные связи в производственном процессе. Основы технического нормирования. Технологические основы снижения себестоимости машин. Расчёт материальных затрат на изготовление изделия. Сокращение расходов на материал, оборудование, инструмент и электроэнергию. Механизация и автоматизация технологических операций, введение многостаночного обслуживания. Технологические задачи подготовки и организации машиностроительного производства. Расчёт припусков и межпереходных размеров опытно-статистическими и расчётно-аналитическими методами. Выбор метода получения заготовок.

Технологичность конструкции изделия и отдельных деталей. Групповая обработка и типизация технологических процессов на примере изготовления фланцев.

Организация технологических процессов сборки изделий и изготовления деталей машин. Основы разработки технологического процесса сборки машины и изготовления её деталей. Последовательность разработки технологического процесса сборки. Оформление документации.

Последовательность разработки технологического процесса изготовления деталей. Выбор технологических баз, определение переходов, формирование технологических операций. Оформление необходимой документации.

## **2. Технология машиностроения**

Введение в курс. Цели задачи дисциплины. Общность методов разработки технологических процессов изготовления деталей машин. Особенности разработки и реализации технологических процессов в условиях единичного, серийного и массового производства.

Разработка технологического процесса сборки машин. Служебное назначение машины, анализ технических требований. Соответствие и достаточность технических требований служебному назначению.

Задача достижения требуемой точности машины. Выявление и расчет конструкторских и технологических размерных цепей.

Разработка схемы сборки. Выбор организационной формы технологического процесса сборки. Определение числа рабочих-сборщиков. Циклограмма сборки.

Выбор средств механизации и автоматизации технологического процесса сборки. Объединение сборочных переходов в операции. Планировка сборочного участка.

Особенности достижения требуемой точности при сборке типовых узлов машин. Монтаж валов на опорах скольжения. Уменьшение осевого и радиального биения валов на опорах скольжения.

Монтаж валов на опорах качения. Уменьшение осевого и радиального биения.

Обеспечение заданного натяга в опорах качения. Достижение требуемой точности положения вала относительно основных баз корпусной детали.

Сборка цилиндрических зубчатых передач. Технические требования, методы достижения точности зацепления зубчатых колес. Контроль качества зацепления зубчатых колес.

Сборка конических зубчатых передач. Технические требования. Методы достижения точности при монтаже конических колес. Контроль качества зацепления.

Сборка червячных передач. Технические требования, методы достижения точности при монтаже передач. Контроль качества зацепления.

Автоматизация сборочных операций. Сущность процесса автоматического соединения деталей. Технологичность сборочной единицы и деталей при автоматической сборке.

Выявление условий собираемости деталей при автоматической сборке. Методы достижения точности и режимы сборочного процесса.

Формирование размерных и кинематических связей в процессе автоматической сборки.

Автоматизация технологического процесса сборки с использованием автоматических сборочных машин.

Автоматизация технологического процесса сборки с использованием промышленных роботов.

Разработка технологических процессов изготовления корпусных деталей. Служебное назначение корпусных деталей и технические требования на их изготовление.

Материал и методы получения заготовок для изготовления корпусных деталей.

Типовой технологический маршрут для изготовления корпусных деталей. Обоснование выбора технологических баз для обработки большинства поверхностей детали.

Задачи, решаемые при выборе технологических баз на первой операции. Выявление и расчёт технологических размерных связей для обоснования вариантов базирования.

Методы обработки заготовок плоских корпусных деталей и применяемое станочное оборудование при различной серийности производства.

Методы обработки главных и мелких, резьбовых отверстий в корпусных деталях. Применяемое оборудование и режущий инструмент.

Методы отделки плоских поверхностей и главных отверстий корпусных деталей.

Особенности изготовления корпусных деталей в гибком автоматизированном производстве.

Контроль корпусных деталей по различным параметрам точности. Автоматизированный контроль корпусов.

Разработка технологических процессов изготовления валов, ходовых винтов, шпинделей. Служебное назначение валов и технические требования на их изготовление. Материал и методы получения заготовок для валов.

Типовой технологический маршрут изготовления валов. Выбор технологических баз на операциях. Токарная обработка валов.

Нарезание шлицевых и шпоночных пазов. Нарезание резьбы на валах. Методы отделки валов.

Особенности изготовления ходовых винтов. Технические требования, материал и заготовки для ходовых винтов. Методы нарезания винтовой поверхности на ходовых винтах.

Особенности изготовления шпинделей. Технические требования, материал и методы получения заготовок. Выбор технологических баз. Термическая обработка и методы отделки шпинделей. Контроль валов, ходовых винтов и шпинделей.

Разработка технологических процессов изготовления деталей зубчатых передач –

цилиндрических колес, конических колес, червячных передач. Служебное назначение и технические требования. Материал и методы получения заготовок. Типовой технологический маршрут обработки цилиндрических зубчатых колес.

Выбор технологических баз при изготовлении зубчатых колёс. Методы нарезания цилиндрических зубчатых колёс. Нарезание шевронных зубчатых колёс.

Нарезание колёс внутреннего зацепления. Методы отделки зубчатого венца цилиндрических колёс. Контроль точности зубчатых колёс.

Служебное назначение конических колёс. Технические требования, материалы и методы получения заготовок. Особенности нарезания конических зубчатых колёс. Контроль конических колёс.

Изготовление деталей червячных передач. Служебное назначение, технические требования. Материал и методы получения заготовок. Типовой технологический маршрут изготовления червяков. Методы нарезания и отделки винтовой поверхности червяков.

Типовой технологический маршрут изготовления червячных колёс. Методы нарезания червячных колёс. Контроль деталей червячных передач.

### **3. Оборудование машиностроительных производств**

Кинематика станков.

Кинематическая структура станка. Геометрическое образование поверхностей. Производящие линии и методы их получения на металлорежущих станках. Классификация движений в станках по их назначению. Кинематическая группа и её структура. Кинематическая структура станка, как совокупность группы разного назначения. Способы соединения кинематических групп.

Кинематические структуры станков со сложными движениями формообразования. Кинематические структуры зубодолбежных станков при нарезании прямозубых и косозубых колёс. Кинематические структуры зубофрезерных станков при нарезании прямозубых, косозубых и червячных колёс. Кинематические структуры зуборезных станков для конических колёс с прямым и дуговым зубом.

Классификация станков. Основные признаки классификации станков: назначение (вид обработки), компоновка, класс точности, степень автоматизации, масса. Размерный ряд станков одной группы. Отечественная система идентификации станков.

Станки токарной группы. Типовые операции, схемы движений и методы образования поверхностей на токарных станках. Токарно-винторезные, токарноревольверные, карусельные, одношпиндельные и многошпиндельные токарные автоматы и полуавтоматы. Назначение, компоновка, основные узлы. Особенности конструкций токарных станков с ЧПУ.

Станки для обработки отверстий. Формообразование поверхностей на сверлильных и расточных станках. Назначение, компоновки и основные узлы сверлильных и расточных станков. Оснастка, применяемая на сверлильных станках.

Фрезерные станки. Назначение, компоновки и основные узлы консольных, бесконсольных и продольно-фрезерных станков. Приспособления, применяемые на фрезерных станках общего назначения. Конструктивные особенности фрезерных станков с ЧПУ.

Шлифовальные станки. Особенности обработки поверхностей абразивным инструментом. Назначение, компоновки и основные узлы плоскошлифовальных, кругло- и внутришлифовальных станков. Бесцентровошлифовальные станки. Оснастка, применяемая на станках шлифовальной группы.

Агрегатные станки: назначение, преимущества принципа агрегатирования и нормализации, операции, выполняемые на агрегатных станках, компоновки, основные узлы агрегатных станков.

Автоматические линии: назначение, классификация, и технологические возможности автоматических линий. Понятие о роторных автоматических линиях, их преимущества и недостатки.

Многоцелевые станки. Многоцелевые станки (МЦ) для обработки корпусных деталей, токарные МЦ. Назначение, компоновки и основные узлы МЦ. Системы автоматической смены инструментов.

Станочные комплексы и гибкие производственные системы (ГПС).

Станочный модуль – первичная ячейка ГПС. Структура и компоновка станочных модулей и гибких производственных систем. Гибкие автоматизированные линии и гибкие автоматизированные участки.

#### **4. Расчёт и конструирование металлорежущих станков**

Основные технико-экономические показатели станков. Точность, надёжность, производительность, гибкость.

Общие сведения о приводах главного движения. Основные требования к приводам станков. Способы регулирования частот вращения. Основные сведения о конструкции и эксплуатационных возможностях двигателей для приводов главного движения. Основные особенности привода со ступенчатым регулированием частот вращения. Графоаналитический метод расчета частот вращения. Особенности расчета коробок скоростей регулируемым приводом. Особенности выбора двигателей для мотор-шпинделей.

Назначение, основные требования и критерии работоспособности шпиндельных узлов. Опоры шпиндельных узлов. Назначение, основные требования и критерии работоспособности шпиндельных подшипников. Обеспечение зазоров-натягов, способы установки, типовые схемы, выбор и расчет подшипников. Смазка подшипников. Бесконтактные шпиндельные подшипники. Гидростатические, гидродинамические, аэро-статические и магнитные опоры. Принцип действия, особенности конструкции, эксплуатационные характеристики и их расчет. Расчет статических и динамических характеристик шпиндельных узлов. Оптимизация конструкции.

Требования к приводам подач станков. Приводы подач со ступенчатым и бесступенчатым регулированием. Назначение и основные требования к тяговым устройствам. Особенности конструкции, эксплуатационные характеристики и расчет передач винт-гайка смешанного трения, качения и гидростатических. Привод малых перемещений в станках.

Основные требования к базовым деталям станков. Материал и конструктивные формы. Расчеты на жесткость и термостойкость. Жёсткость стыков.

Основные требования и классификация направляющих станков. Конструкции, эксплуатационные характеристики и расчет направляющих смешанного трения и качения. Гидродинамические и гидростатические направляющие. Комбинированные направляющие. Защита направляющих.

#### **5. Процессы и операции формообразования**

Кинематика резания. Исполнительные движения. Формообразование инструмента. Формообразования изделия. Схемы резания. Режим резания. Геометрия инструмента. Геометрия резания. Геометрия срезаемого слоя.

Динамика резания. Поверхность сдвига. Угол сдвига. Усадка стружки. Деформация и напряжения сдвига. Сила резания. Работа резания и сопротивление резанию. Поверхностные явления. Колебания.

Термодинамика резания. Энергетические баланс резания. Тепловое состояние зоны резания. Тепловой поток. Температура резания. Термоэлектричество.

Затупление инструмента. Напряжения в инструменте. Хрупкое разрушение инструмента. Изнашивание инструмента. Сила трения. Сопротивление изнашиванию.

Качество изделия. Шероховатость обработанной поверхности. Точность размеров и формы. Остаточные деформации и напряжения в поверхностном слое.

Надежность резания. Нестационарный случайный характер резания. Состояния резания. Характеристики надежности. Способы повышения надежности.

Управление резанием. Задача управления резанием. Моделирование резания. Прогнозирование резания. Планирование резания. Диагностирование резания. Повышение эффективности управления резанием.

Инструментальные материалы. Требования к инструментальным материалам. Инструментальные стали. Металлокерамические твердые сплавы. Минералокерамика. Сверхтвердые материалы. Абразивы. Назначение инструментальных материалов.

## 6. Режущий инструмент

Типы, значение, функции и свойства режущих инструментов для металлообрабатывающих станков.

Типы инструментов. Роль, развитие и перспективы режущих инструментов в машиностроении. Основные функции режущих инструментов. Основные требования к режущим инструментам. Обеспечение их производительности и стойкости. Основные части режущих инструментов. Понятие исходной инструментальной поверхности. Методы формообразования. Схемы резания.

Инструментальные материалы.

Материалы режущей части инструментов. Их типы. Общие требования. Основные свойства и выбор инструментальных сталей. Требования к инструментальным материалам. Углеродистые, легированные и быстрорежущие инструментальные стали. Твердые сплавы. Виды твердосплавного инструмента. Минералокерамика. Алмазы и другие синтетические сверхтвёрдые материалы. Абразивные материалы. Шлифовальные круги. Их типы и маркировка.

Резцы и сменные многогранные пластины (СМП). Резцы общего назначения. Классификация резцов. Геометрические параметры (углы) резцов. Выбор поперечного сечения державки резца. Способы разделения, ломания и завивания стружки. Разделение стружки по ширине и по длине. Сборные твердосплавные резцы. Принцип крепления режущих пластин силами резания. Основные требования к резцам для автоматизированного производства. Основные параметры резцов с СМП: схемы крепления СМП, тип резца, задний угол и др. Базирование СМП. Примеры конструкций креплений СМП. Типичная конструкция СМП. Основные преимущества резцов с СМП. Определение размеров СМП и числа их граней. Выбор углов в плане. Установка в резцах СМП, не имеющих задних углов, и геометрические параметры таких резцов. Способы крепления СМП. Конструктивное решение узлов крепления СМП. Особенности конструкции резцовых вставок. Особенности резцов для контурного точения. Фасонные резцы. Области применения. Преимущества. Типы. Конструктивные элементы круглых фасонных резцов. Габаритные размеры и крепление фасонных резцов. Геометрические параметры круглых фасонных резцов, радиальные и нормальные углы резания, определение углов в плане. Профилирование фасонных резцов.

Фрезы. Назначение и типы фрез. Фрезы с остроконечными (острозаточенными) зубьями. Основные конструктивные элементы острозаточенных фрез (диаметр, число зубьев и равномерность фрезерования, форма зубьев и впадин, направление винтовых зубьев, геометрические параметры). Фрезы с затылованными зубьями. Геометрические параметры затылованных фрез. Конструктивные элементы затылованных фрез (наружный диаметр, высота зубьев, посадочный диаметр, число зубьев, форма впадины между зубьями).

Инструменты для обработки отверстий. Типы инструментов для обработки отверстий. Спиральные сверла. Назначение, типы, основные части и конструктивные элементы. Угол режущей части и другие геометрические параметры. Калибрующая часть сверла и форма винтовых стружечных канавок. Мероприятия для улучшения конструкции сверла. Типы сверл. Перовые и центровочные сверла. Сверла для обработки глубоких отверстий. Зенкеры и развёртки. Назначение и типы. Основные части и конструктивные элементы. Профиль стружечных канавок, форма и число зубьев зенкера и развёрток. Геометрические параметры зенкеров и развёрток.

Инструменты для формообразования резьб. Типы инструментов для образования резьбы. Метчики. Плашки. Резьбонарезные и гребеночные фрезы. Типы и назначение. Инструменты для накатывания резьб. Накатывание резьб роликами.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **По дисциплинам «Основы технологии машиностроения» и «Технология машиностроения»**

1. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения: учебник для машиностр. вузов. –М.:Машиностроение, 1997. -592 с.
2. Маталин, А.А. Технология машиностроения: учебник. / А.А. Маталин. – СПб.: Изд. Лань, 2008. –512 с.
3. Основы технологии машиностроения: учебник / А.С. Ямников и др. – Тула: Изд-во ТулГТУ, 2006. –269 с.
4. Суслов, А. Г. Технология машиностроения: учебник. –М.: Машиностроение, 2007. –400 с.
5. Лебедев В.А.,Тамаркин М.А., ГептаД.П. Технология машиностроения: проектирование технологии изготовления деталей. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. –361 с.

### **По дисциплинам «Оборудование машиностроительных производств» и «Расчёт и конструирование металлорежущих станков»**

1. Металлорежущие станки: учебник. В 2 т. / Т.М. Аврамова, В.В. Бушуев, Л.Я. Гиловой и др.; под ред. В.В. Бушуева. Т. 1. — М.: Машиностроение, 2011. — 608 с.
2. Металлорежущие станки: учебник. В 2 т. Т. 2 / В.В. Бушуев, А.В. Еремин, А.А. Какойло и др.; под ред. В.В. Бушуева. Т. 2. — М.: Машиностроение, 2011. — 586 с.
3. Ефремов, В. Д. и др. Металлорежущие станки: учебник / В.Д. Ефремов, В.А. Горохов, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков / Под общ. ред. П.И. Ящерицына. –Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2007. –696 с.
4. Металлорежущие системы машиностроительного производства / Под ред. О.В. Таратынова. –М.: Машиностроение, 2006. –488 с.

### **По дисциплине «Процессы и операции формообразования»**

1. Ящерицин П.И., Фельдштейн Е.З., Корниевич М.А. Теория резания: учебник для вузов. –Минск:Новое знание, 2005. –512 с.
2. Резание материалов: учебник / А.С. Верещака, В.С. Кушнер. –М.: Высшая школа, 2009. –535 с.
3. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание материалов. -М.:Высшая школа, 1985, -304с.
4. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых металлов. -М.:Высшая школа, 1975. -527с.

5. Бобров В.Ф. Основы теории резания материалов. -М.:Машиностроение, 1975. -344с.

**По дисциплине «Режущий инструмент»**

1. .Металлорежущие инструменты : учеб. для машиностроит. вузов / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой и др. -М.:Машиностроение, 1989. -325 с.
2. Гречишников, В. А. Metallорежущие инструменты: учебник / В. А. Гречишников, С.Н. Григорьев, С.В. Кирсанов и др. М.: ИЦ МГТУ «Станкин» Янус – К, 2005. –568 с.
3. Гречишников, В.А. Режущие инструменты: учебное пособие / В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, А.Г. Схиртладзе и др. – Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2008. –388 с.
4. Родин П.Р. Основы проектирования режущих инструментов: учеб. для вузов. - Киев:Виццашк., 1990. -422 с.

Магистерская программа  
**«Технологии цифрового производства»**

Направление подготовки  
15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

Научный руководитель программы - д.т.н., проф. Яхутлов М.М.