

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
Белорусско-Российского университета



Н.В. Вологина

**ПРОГРАММА**

вступительного экзамена в магистратуру по специальности  
7-06-0714-02 – Инновационные технологии в машиностроении  
профилизация: Машиностроение и машиноведение

Могилев, 2023г.

Составитель: Заведующий кафедрой «Технология машиностроения», канд. техн. наук, доцент Шеменков В.М.

Программа рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры «Технология машиностроения» (протокол № 12 от 23.03.2023г.).

Заведующий кафедрой  
«Технология машиностроения»



В. М. Шеменков

Программа одобрена на Совете машиностроительного факультета Белорусско-Российского университета (протокол № 7 от 29 марта 2023 г.)

Декан  
Машиностроительного факультета



Д. М. Свирепа

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1 Общие сведения

Вступительный экзамен проводится для абитуриентов, имеющих квалификацию инженера - механика по специальности «Технология машиностроения».

В программу вступительного экзамена включаются основные вопросы следующих учебных дисциплин, ранее изучавшихся абитуриентами в вузе на первой ступени высшего образования.

## 1.2 Цель и задачи изучения цикла учебных дисциплин для вступительного экзамена в магистратуру

Программа вступительного экзамена в магистратуру по специальности **7-06-0714-02 – Инновационные технологии в машиностроении** является основой для специальной подготовки абитуриентов, формируемой в процессе учебы в вузе, как на основе изучения лекционных курсов, так и на основе самостоятельного изучения вопросов технологии машиностроения и сопутствующих учебных дисциплин, а также при проведении практических и лабораторных занятий, предусмотренных учебным планом специальности.

Целью освоения программы является углубленное изучение современной технологии машиностроения, подготовка к успешной сдаче вступительного экзамена в магистратуру, а также создание основы для предстоящего решения научных задач в рамках магистерской диссертации.

Задачами освоения программы являются систематизация комплекса знаний различных разделов технологии машиностроения и ряда смежных дисциплин, которые позволят выполнить будущему магистранту теоретические и экспериментальные исследования, предусмотренные темой его диссертационной работы.

В результате освоения программы соискатель должен:

*знать* основные положения комплекса учебных дисциплин, которые традиционно лежат в основе теоретических и экспериментальных исследований по различным направлениям технологии машиностроения;

*владеть* современными методиками исследования в машиностроении, включая компьютерное моделирование, применительно к различным средствам технологического оснащения, инструментам и технологическим процессам;

*уметь* использовать современное научное оборудование для исследований различных технологических процессов, инструментов и поверхностей деталей машин; выполнять математическую обработку результатов экспериментальных исследований и делать на ее основе выводы и обобщения.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В МАГИСТРАТУРУ

### 2.1 Материалы в машиностроении

Сплавы железа с углеродом. Диаграмма железо-углерод. Стали и их разновидности (углеродистые обыкновенного качества, углеродистые

качественные, низколегированные конструкционные, легированные конструкционные), их обозначения. Инструментальные стали, их характеристика и обозначения (углеродистая инструментальная, легированная инструментальная, быстрорежущая).

Чугуны, их разновидности и характеристики (серый, белый, ковкий, жаростойкий), их обозначения. Сплавы (алюминиевые, магниевые, латуни, бронзы), их характеристика и обозначения.

Твердые сплавы (вольфрамовые, титановольфрамовые, титанотанталовольфрамовые), область их применения, обозначения.

Абразивные материалы (электрокорунды, монокорунды, карбиды кремния и др.), характеристика, зернистость, область применения.

Сверхтвердые материалы (карбид бора, алмазы, эльбор, кубанит, гексанит, белбор и др.). область применения. Абразивные инструменты. Виды, связка, твердость, структура. Пластмассы, их разновидности.

*Термическая и химико-термическая обработка.* Виды термической обработки (отжиг, закалка, отпуск, улучшение, нормализация, старение), их общая характеристика и назначение. Закалка углеродистых качественных сталей, назначение и виды закалки, охлаждающие среды.

Отпуск, виды и назначение. Улучшение и нормализация, область применения. Химико-термическая обработка, назначение и виды ХТО (цементация, нитроцементация, азотирование).

## **2.2 Система допусков и посадок**

Номинальный и предельные размеры, предельные отклонения. Классификация отклонений геометрических параметров деталей. Система нормирования отклонений формы и расположения поверхностей деталей. Обозначения на чертежах допусков формы и расположения поверхностей деталей.

Система нормирования и обозначения шероховатости поверхности. Методы и средства измерения шероховатости поверхностей. Системы допусков и посадок гладких цилиндрических соединений. Обозначение предельных отклонений и посадок на чертежах. Понятие о размерной цепи, классификация (виды) размерных цепей. Расчет размерных цепей по методу максимума, по теоретико-вероятностному методу. Система допусков конических соединений. Методы и средства контроля конусов. Система допусков и посадок, метрических резьб. Методы и средства контроля цилиндрических резьб.

## **2.3 Теоретические основы резания материалов**

Геометрические параметры режущей части инструмента. Режим резания и его элементы. Скорость резания, допускаемая режущим инструментом. Геометрия срезаемого слоя. Виды стружек. Наростообразование. Составляющие силы резания. Влияние различных факторов на составляющие силы резания. Тепловые явления при резании. Влияние различных факторов на температуру резания. Износ режущих инструментов. Виды износа, кривая нормального износа. Критерии затупления инструментов и период их стойкости. Влияние

смазывающе-охлаждающих жидкостей на процесс резания. Обрабатываемость материалов резанием.

Требования к режущим инструментам, обеспечивающим высокую производительность, точность и качество обработанных поверхностей. Инструменты универсального, полууниверсального и специального назначения. Инструменты составной и сборной конструкции. Виды крепления режущих элементов инструмента. Шлифовальные круги, виды, способы крепления. Способы и инструменты для правки абразивных, алмазных и эльборовых кругов. Балансировка кругов. Обозначение кругов. Быстросменные инструменты, комбинированные инструменты. Требования к режущим инструментам для автоматизированных производств, неполадки при эксплуатации режущих инструментов и методы их устранения. САПР режущих инструментов.

## **2.4 Основы проектирования технологических процессов**

Производственный и технологический процесс. Элементы технологического процесса (операция, установ, позиция, переход, рабочий ход и др.). Типы производств и их характеристика. Понятие точности и погрешности обработки. Первичные и суммарная погрешность. Способы обеспечения заданной точности деталей. Виды, классификация баз и базирующих поверхностей. Погрешности установки, как сумма погрешностей базирования и закрепления. Жесткость и податливость технологической системы. Методы определения жесткости. Виды износа режущего инструмента. Размерный износ, геометрические неточности станков и влияние их на точность обработки. Погрешности изготовления приспособлений и режущего инструмента и влияние их на точность обработки. Погрешности измерения. Погрешности, вызываемые внутренними (остаточными) напряжениями. Механизм образования остаточных напряжений. Определение суммарной погрешности обработки. Систематические и случайные погрешности. Закон нормального распределения размеров. Характеристика кривой Гаусса. Статистический контроль точности обработки. Управление точностью по выходным данным (размерным износом инструмента). Активный и автоматический контроль. Прямой и косвенный метод измерения детали. Управление точностью по входным данным (адаптивное управление точностью). Припуски. Методы определения величины припуска. Факторы, определяющие величину припуска. Понятие о качестве поверхности. Состояние поверхностного слоя и методы определения степени и глубины наклепа, величины и знака остаточных напряжений. Влияние технологических факторов (скорость резания, подача, глубина резания) на шероховатость обработанной поверхности. Влияние шероховатости поверхности на эксплуатационные свойства деталей. Влияние наклепа и остаточных напряжений на эксплуатационные свойства деталей. Связь технологии изготовления с конструктивными формами деталей. Технологичность конструкции заготовки, детали, узла, машины. Показатели технологичности конструкции изделий. Структура нормы времени. Пути сокращения основного (машинного) и вспомогательного времени, производительность и себестоимость технологического процесса.

Бухгалтерский метод определения себестоимости. Элементный метод определения себестоимости. Сущность групповой обработки деталей.

## **2.5 Технологическая оснастка**

Классификация станочных приспособлений. Системы станочных приспособлений: универсально-сборные приспособления (УСП), универсально-безналадочные приспособления (УБП), сборно-разборные приспособления (СРП), универсально-наладочные приспособления (УНП), специализированные наладочные приспособления (СНП), неразборные специальные приспособления (НСП). Структура приспособлений. Основы расчета приспособлений. Полное и неполное базирование заготовок в приспособлениях. Математическое описание схем базирования. Методика расчета погрешностей установки заготовок в приспособлениях с учетом погрешностей формы и расположения базовых поверхностей. Методика расчета сил закрепления. Силовой расчет фрикционных и деформирующих поводковых устройств. Расчет элементарных зажимов, комбинированных и центрирующих зажимных устройств. Рычажные, клиновые, клиноплунжерные, винтовые и эксцентриковые механизмы. Расчет приводов зажимных устройств. Методика расчета станочных приспособлений на точность.

Контрольные приспособления, их назначение и типы. Основные элементы контрольных приспособлений. Измерительные устройства, их типы и характеристики. Сборочные приспособления, их назначение и типы. Элементы сборочных приспособлений. Особенности конструирования сборочных приспособлений.

Вспомогательный инструмент для сверлильных, расточных и фрезерных станков, станков-автоматов, автоматических линий и станков с ЧПУ.

Исходные данные для разработки технологических процессов. Последовательность разработки технологического процесса. Технологическая документация технологических процессов для различных типов производств. Обеспечение безопасных условий труда при обработке деталей на металлорежущих станках.

## **2.6 Технологические процессы изготовления ступенчатых валов**

Служебное назначение и технические требования. Классификация валов. Материалы и методы получения заготовок. Термическая обработка заготовок валов (улучшение, закалка, нормализация, цементация, закалка ТВЧ). Методы измерения твердости сырых и закаленных валов. Технологические базы, соблюдение принципа постоянства баз. Типовые технологические процессы изготовления ступенчатых валов средних размеров в различных типах производств. Методы обработки центровых отверстий в заготовках. Типы центровых отверстий. Устройство, принцип действия и наладка фрезерно-центровальных станков. Методы обработки ступеней валов, применяемые станки и приспособления (центра, патроны) в различных типах производств. Погрешность базирования линейных размеров при обработке ступеней вала, установленного в центрах. Устранение погрешности базирования. Устройство, принцип действия и наладка многорезцовых и

гидрокопировальных станков. Методы настройки режущего инструмента на размер. Погрешность настройки. Составляющие силы резания при обработке заготовок резцом на токарных станках. Влияние жесткости технологической системы на точность размеров при обработке партии деталей. Обработка ступенчатых валов на станках с ЧПУ. Преимущества и недостатки станков с ЧПУ, область их применения. Способы получения шпоночных пазов, применяемые станки, инструменты и приспособления. Допуски и посадки шпоночных соединений. Погрешность базирования при установке вала в призму приспособления. Контроль шпоночных пазов. Классификация шлицевых соединений. Методы обработки шлицев прямобочного профиля на валах в зависимости от серийности производства, используемые станки, инструменты и приспособления. Контроль точности шлицевых валов. Устройство, кинематика и наладка шлицефрезерного станка. Методы нарезания резьбы на шейках валов (оборудование, режущий и мерительный инструмент, приспособления). Кинематика резьбонарезания на токарных станках. Обработка точных поверхностей валов методом шлифования. Кругло- и торцекруглошлифовальные станки, применяемые абразивные инструменты, выбор марки и характеристики шлифовальных кругов. Правка шлифовальных кругов. Размерно-чистовая и упрочняющая обработка шеек валов методом ППД. Сущность ППД, применяемые инструменты и устройства. Изготовление ступенчатых валов на автоматических линиях. Автоматизированные участки изготовления валов на базе РТК в условиях ГПС.

## **2.7 Технологические процессы изготовления шпинделей**

Служебное назначение и технические требования к шпинделям. Материал и способы получения заготовок. Типовой технологический процесс изготовления шпинделей. Термическая обработка шпинделей. Поверхностная термическая обработка шеек шпинделей (с нагревом ТВЧ, цементация, азотирование, нитроцементация). Обработка поверхностей шпинделя после термической обработки. Отделочные операции опорных шеек и конусного отверстия шпинделя. Особенности обработки шеек шпинделей прецизионных станков (притирка, хонингование, суперфиниширование) балансировка шпинделей. Контроль шпинделей (размеры, радиальное и торцевое биение, овальность, конусность и др.).

## **2.8 Технологические процессы изготовления ходовых винтов**

Служебное назначение. Материалы и способы получения заготовок, правка заготовок. Технологический маршрут изготовления ходовых винтов. Искусственное и естественное старение ходов винтов. Особенности обработки нежестких ходовых винтов. Применение неподвижных и подвижных люнетов. Методы нарезания резьбы на ходовых винтах (фрезерование, вихревое нарезание, нарезание резцом). Способы установки резцов при нарезании резьбы. Уравнение кинематической цепи настройки токарного (резьбофрезерного) станка на нарезание резьбы. Особенности изготовления винтов пар качения. Контроль ходовых винтов.

## **2.9 Технологические процессы изготовления коленчатых валов**

Служебное назначение и требования к точности коленчатых валов. Материал и способы получения заготовок. Базы при изготовлении коленчатого вала. Типовой технологический маршрут обработки штампованных стальных коленчатых валов. Правка коленвалов. Токарная обработка коренных и шатунных шеек. Обработка внутренних поверхностей и смазочных отверстий. Шлифование и отделка шеек коленчатых валов. Активный контроль точности обработки. Суперфиниширование шеек коленчатого вала. Балансировка коленчатых валов. Контроль коленчатых валов.

## **2.10 Технологические процессы изготовления станин и рам**

Служебное назначение и требования к точности станин. Материалы и методы получения заготовок. Разметка станин черновая обработка основания и направляющих станин (фрезерование, строгание). Чистовая обработка основания и направляющих станин. Термическая и отделочная обработка направляющих станин. Старение станин. Обработка крепежных отверстий станин. Контроль станин.

## **2.11 Технологические процессы изготовления деталей типа втулок**

Конструктивные разновидности полых цилиндров. Технические условия на изготовление втулок. Применяемые материалы и виды заготовок. Типовой технологический процесс обработки втулок. Оборудование, приспособления, инструмент. Твердые сплавы для обработки чугуновых втулок. Марки, их характеристика. Влияние размерного износа на точность размеров при обработке партии втулок. Погрешность базирования при установке втулки на оправку. Сущность процесса протягивания. Протягивание цилиндрических отверстий. Схемы резания. Производительность процесса протягивания. Задние и передние углы у протяжек для внутреннего протягивания. Технический контроль втулок.

## **2.12 Технологический процесс изготовления гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания**

Особенности конструкции гильз и технические условия на их изготовление, материалы и виды заготовок гильз. Маршрутный технологический процесс изготовления гильз. Методы отделки внутренних поверхностей гильз. Хонингование (кинематика), хонингование головки. Технический контроль гильз. Особенности обработки длиномерных гидроцилиндров. Методы обработки внутренних поверхностей. Влияние износа на погрешности формы отверстий гидроцилиндров.

## **2.13 Технологические процессы изготовления рычагов и вилок**

Служебное назначение и особенности конструкции. Технические условия на рычаги и вилки. Материал и виды заготовок. Маршрут механической обработки рычагов. Типовые варианты базирования рычагов. Инструменты для обработки отверстий (сверло, зенкера, развертки), конструктивные особенности, геометрические параметры и режимы. Использование принципа



агрегатирования станков при изготовлении рычагов и вилок. Контроль рычагов и вилок.

### **2.14 Технологические процессы изготовления шатунов**

Служебное назначение и конструкции шатунов. Технические условия на шатуны. Маршрут механической обработки шатунов. Тонкое (алмазное) растачивание отверстий головок шатуна. Подгонка шатуна по массе. Агрегатные станки и автоматические линии по изготовлению шатунов. Контроль шатунов.

### **2.15 Технологические процессы изготовления цилиндрических зубчатых колес**

Служебное назначение. Конструктивные разновидности зубчатых колес. Нормы и степени точности, технические требования для зубчатых колес. Материал, термическая обработка и виды заготовок. Технологические базы и типовые маршруты обработки цилиндрических колес. Методы профилирования зубьев цилиндрических колес, применяемые типы фрез. Фрезы затылованные и острозаточенные. Зубофрезерование. Встречное и попутное фрезерование. Устройство и принцип действия зубофрезерного станка. Уравнение кинематической цепи при зубофрезеровании. Способы повышения производительности при зубофрезеровании. преимущества и недостатки зубофрезерования. Зубодолбление. Принцип действия и устройство зубодолбежного станка. Уравнение кинематической цепи при зубодолблении. Типы и геометрия зубодолбежных инструментов (круглые долбяки, гребенки). Способы повышения производительности при зубодолблении. Нарезание зубьев зуботочением. Накатка зубьев. Отделочные виды обработки зубьев незакаленных зубчатых колес. Способы шевингования зубьев. Шеверы, принцип работы, уравнение кинематической цепи при зубошевинговании. Отделочные методы обработки зубьев закаленных цилиндрических колес. Способы шлифования зубьев. Зубохонингование. Притирка. Контроль зубчатых колес.

### **2.16 Технологические процессы изготовления конических зубчатых колес**

Типы конических зубчатых колес. Технические условия на их изготовление. Материал и виды заготовок. Способы нарезания зубьев конических колес с прямыми зубьями. Фрезерование дисковыми и пальцевыми модульными фрезами. Зубострогание двумя резцами по методу обката. Нарезание зубьев круговой протяжкой. Устройство круговой протяжки, принцип действия. Нарезание конических зубчатых колес с криволинейными зубьями зуборезные головки для нарезания колес с круговыми зубьями. Шлифование зубьев прямозубых конических колес. Прикатка и притирка зубьев. Контроль конических зубчатых колес.

### **2.17 Технологические процессы изготовления деталей червячных передач**

Служебное назначение и технические требования. Конструктивные разновидности и материал червячных колес и червяков. Способы нарезания винтовой поверхности цилиндрических червяков. Способы установки

профильных резцов на токарном станке. Нарезание витков червяка дисковыми фрезами, червячными фрезами и долбьяками. Вихревое нарезание червяков. Шлифование винтовой поверхности червяков. Типовые технологические процессы изготовления червяков типа валов. Типовой технологический процесс изготовления червяков типа втулки. Особенности обработки глобоидных червяков. Контроль червяков. Способы нарезания зубьев червячных колес ("летучим" резцом, специальной червячной фрезой). Основные параметры червячной фрезы для нарезания зубьев червячного колеса. Шевингование зубьев червячных колес. Типовой технологический процесс обработки червячного колеса. Контроль червячного колеса.

## **2.18 Технологические процессы обработки корпусных деталей**

Служебное назначение корпусных деталей, их конструктивные разновидности. Технические требования, предъявляемые к корпусным деталям. Материалы и виды заготовок. Технологические задачи, возникающие при изготовлении корпусных деталей. Естественное и искусственное старение заготовок. Способы установки заготовок на станке (с выверкой, по разметке, в приспособлении). Понятия о базах. Классификация баз и базирующих поверхностей. Принципы постоянства и совмещения баз. Способы базирования корпусных деталей. Общий план обработки. Разметка. Методы обработки плоскостей (строгание, фрезерование, точение, протягивание, шлифование). Принцип действия и устройство продольнострогальных и продольнофрезерных станков. Методы обработки основных отверстий. Инструменты для черновой и чистовой обработки основных отверстий. Методы расточки системы отверстий. Расточка системы отверстий по разметке. Расточка системы отверстий по координатному методу, при помощи накладных шаблонов, кондукторов, на агрегатных станках. Устройство и принцип действия горизонтально-расточного станка. Отделочная обработка основных отверстий (тонкое растачивание, плавающее развертывание, хонингование, раскатывание, планетарное шлифование, притирка). Инструменты для отделочной обработки. Обработка крепежных и других отверстий. Инструменты, применяемые для обработки отверстий (сверла, зенкеры, развертки, метчики). Метчики. Конструктивные особенности, геометрия и типы метчиков. Методы нарезания резьбы метчиками (с самоподачей и с принудительной подачей). Обработка корпусных деталей на станках типа "обрабатывающий центр". Классификация автоматических линий. Особенности построения технологических процессов обработки корпусных деталей на автоматических линиях из агрегатных станков. Гибкие производственные системы для обработки корпусных деталей. Контроль корпусных деталей.

## **2.19 Технология и программирование обработки на станках с ЧПУ**

Особенности обработки на станках с ЧПУ. Классификация станков с УЧПУ. Контурные и позиционные УЧПУ. Обработка на токарных станках с ЧПУ (подпрограммы типичных переходов, режущий инструмент, наладка). Обработка на контурных фрезерных станках с ЧПУ (эквадистанта, циклы обхода углов, коррекции, режущий инструмент). Обработка на

многопозиционных станках с ЧПУ (постоянные циклы, "плавающий 0", режущий инструмент). Структура управляющей программы. Подготовительные и вспомогательные функции. Программирование режимов резания и перемещений.

## **2.20 Технологические процессы сборки машин**

Служебное назначение машины и требования к ее качеству. Организационные формы сборочных процессов. Конструкторские размерные цепи и методы достижения требуемой точности замыкающего звена. Деление машины на сборочные единицы. Разработка последовательности сборки машины, построение схемы сборки. Формирование переходов и операций. Циклограмма процесса сборки машины. Нормирование переходов. Организация и планирование рабочих мест. Погрешности сборочных процессов. Сборка узлов с подшипниками скольжения. Сборка узлов с опорами качения. Сборка зубчатых и червячных передач. Сборка плоскостных соединений. Контроль точности собранных узлов и машины. Механизмы и приспособления при слесарно-сборочных работах. Балансировка вращающихся деталей и узлов машин. Контроль и испытание машины.

## **2.21 САПР технологических процессов**

Особенности технологической подготовки производства (ТПП) в современных условиях. Особенности ТПП роботизированного программируемого производства. Состав задач ТПП. Влияние типа производства и характера выпускаемой продукции на состав задач ТПП и методы их решения. Два основных методических подхода к автоматизации проектирования технологических процессов и области их применения.

Состав задач технологического проектирования и их классификация по принципам решения. Примеры логических и вычислительных задач технологического проектирования. Формализация решения задачи выбора технологического маршрута с использованием сетевых структурно-логических моделей. Формализация решения задачи выбора металлорежущих станков с использованием таблиц соответствий. Формализация решения задачи выбора структуры технологической операции с использованием сетевых структурно-логических моделей.

Особенности вычислительных задач технологического проектирования и способы формализации поиска информации в нормативно-справочных данных. Алгоритмизация задачи проектирования технологических процессов на базе типовых технологий. Понятие САПР технологических процессов. Типовая структура Состав подсистем, их задачи в САПР ТП. Виды обеспечения САПР ТП. Классификация САПР ТП.

Маршрут проектирования технологического процесса в среде диалоговой САПР ТП. Состав решаемых задач и способы их решения. Понятие структурной и параметрической оптимизации технологических процессов обработки металлов резанием. Особенности построения функциональных математических моделей процессов обработки резанием.

Структурный синтез и структурная оптимизация технологических процессов. Стадии и основные принципы создания САПР.

Структура службы САПР на предприятии. Экономическая эффективность САПР ТП.

## **2.22 Исследования в технологии машиностроения**

Методики экспериментальных исследований геометрии износа и стойкости инструментов, кинематики и механики процессов резания, качества обработанных поверхностей, точности обработки, эксплуатационных характеристик технологической оснастки и других элементов технологической системы.

Методики экспериментальных исследований, регистраторы сигналов, первичные преобразователи, используемые при исследовании:

- геометрии режущих инструментов;
- износа и стойкости режущих инструментов;
- стружкообразования при резании металлов;
- пластического деформирования;
- тепловых явлений при резании;
- геометрии износа режущих инструментов;
- глубины и степени наклепа обработанной поверхности;
- шероховатости и волнистости обработанных поверхностей;
- остаточных напряжений при резании и обработке методами ИНД;
- усталостной прочности обработанных поверхностей.

Планирование эксперимента. Методика оптимизации геометрии инструмента и параметров процессов резания. Средства регистрации быстро протекающих процессов.

## **3 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **3.1 Основная литература**

3.1. Математическое моделирование в машиностроении в примерах и задачах : учеб. пособие / В. А. Смирнов. - Старый Оскол : ТНТ, 2019. - 364с.

3.2. Детали машин : учеб. пособие / М. Е. Лустенков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2020. - 258с. : ил.

3.3. Технология машиностроения : учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1 : Формообразование деталей и сборка узлов машин / А. А. Жолобов, А. М. Федоренко. - Мн. : РИВШ, 2020. - 520с. : ил.

3.4. Практикум по технологии машиностроения : учеб. пособие / А. А. Жолобов, И. Д. Камчицкая, А. М. Федоренко ; под ред. А. А. Жолобова. - Мн. : РИВШ, 2020. - 316с.

3.5. Технология машиностроения : учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 2 : Высокоэффективные технологии и оборудование современных производств / А. А. Жолобов [и др.] ; под ред. А. А. Жолобова. - Мн. : РИВШ, 2020. - 480с. : ил.

3.6. Материаловедение : учебник для вузов / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова ; под ред. Г. Г. Бондаренко. - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2021. - 327с.

- 3.7. Основы современного материаловедения : учеб. пособие / С. А. Донских, В. Н. Семин ; под общ. ред. С. А. Донских. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 176с. : ил.
- 3.8. Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов : учеб. пособие для вузов / Э. В. Суворов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2021. - 180с.
- 3.9. Материаловедение. Технология композиционных материалов : учебник для студ. вузов / А. Г. Кобелев [и др.]. - М. : КНОРУС, 2020. - 270с.
- 3.10. Программирование, численные методы и математическое моделирование : учеб. пособие / И. Г. Семакин [и др.]. - М. : КНОРУС, 2021. - 298с.
- 3.11. Прикладная механика: триботехнические показатели качества машин : учеб. пособие для вузов / О. А. Горленко, В. П. Тихомиров, Г. А. Бишутин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2021. - 264с.
- 3.12. Технологии аддитивного производства / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер ; под ред.; пер. с англ. И. В. Шишковского. - М. : ТЕХНОСФЕРА, 2020. - 648с. : ил.
- 3.13. Детали машин и основы конструирования. Основы расчета и проектирования соединений и передач : учеб. пособие / В. А. Жуков. - 2-е изд. - М. : ИНФРА-М, 2021. - 416с.
- 3.14. Технологическая оснастка в машиностроении : учеб. пособие / В. Е. Антонюк [и др.] ; под ред. Ж. А. Мрочака. - Мн. : РИВШ, 2021. - 460с.
- 3.15. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник / Е. И. Пряхин [и др.] ; под ред. Е. И. Пряхина. - 2-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2022. - 372с. : ил.
- 3.16. Вакуумная ионно-плазменная обработка : учеб. пособие / А. А. Ильин [и др.]. - М. : ИНФРА-М, 2022. - 160с. : ил.
- 3.17. Идеология нанотехнологий / М. В. Ковальчук. - 3-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 224с.
- 3.18. Машины-автоматы : учеб. пособие для вузов / М. В. Мальцев, Ю. Н. Шаповалов, Е. Б. Бражников. - М. : Юрайт, 2022. - 121с.
- 3.19. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник и практикум для вузов / Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков. - М. : Юрайт, 2022. - 252с.
- 3.20. Термодинамика жидких металлов и сплавов : учеб. пособие / А. Г. Морачевский, Е. Г. Фирсова. - 2-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2023. - 240с.
- 3.21. Полимерные аддитивные технологии : учеб. пособие / А. А. Ляпков, А. А. Троян. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2022. - 120с. : ил.
- 3.22. Теория упругости и пластичности : учеб. пособие / В. Я. Молотников, А. А. Молотникова. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2023. - 532с. : ил.
- 3.23. Материаловедение=Materials science : учебник для вузов / В. А. Струк [и др.] ; под ред. Н. К. Мышкина, В. А. Гольдаде. - Мн. : ИВЦ Минфина, 2023. - 457с.

3.24. Материаловедение. Теоретические основы : учеб. пособие / Н. А. Свидунович [и др.] ; под ред. Н. А. Свидуновича, В. М. Константинова. - Мн. : РИВШ, 2023. - 456с.

3.25. Нормирование точности и технические измерения : учебник / С. С. Клименков, А. Н. Голубев. - Мн. : РИВШ, 2023. - 264с.

3.26. Наноматериалы и нанотехнологии для машиностроения : учеб. пособие / В. А. Струк [и др.] ; под ред. В. А. Струка, В. А. Гольдаде. - Мн. : РИВШ, 2021. - 512с.

3.27. Технологическое оборудование и инструментальные системы : учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1 / В. А. Логвин, Ж. А. Мрочек, С. А. Шептунов ; под ред. Ж. А. Мрочека. - Мн. : РИВШ, 2023. - 656с. : ил.

3.28. Методология и методы научных исследований : учеб. пособие / И. Ю. Ухарцева [и др.]. - Мн. : РИВШ, 2022. - 276с. 7

## **3.2 Дополнительная литература**

3.29. Квалиметрия и управление качеством. Математические методы и модели : учебник и практикум для академ. бакалавриата / Н. Н. Рожков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2019. - 167с.

3.30. Автоматизация координатных измерений в машиностроении : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев, С. В. Косаревский. - 4-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2021. - 160с. : ил.

3.31. Инженерия поверхностного слоя инструментальной оснастки тлеющим разрядом : монография / В. М. Шеменков, М. А. Рабыко, А. Н. Юманова ; под общ. ред. В. М. Шеменкова. - Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2023. - 250с. : ил.

3.32. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 2002.

3.33. Технология машиностроения: Учеб. для вузов. В 2 т. Т. 1: Основы технологии машино - строения. 2-е изд. /В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальско- го. М.: Изд-во МГТУ, 2001.

3.34. Технология машиностроения: Учеб. для вузов. В 2 т. Т. 2: Производство машин: 2-е изд. /В.М. Бурцев, А.С. Васильев, О.М. Деев и др.; Под ред. Г.И. Мельникова. М.: Изд-во МГТУ, 2001.

3.35. Колесов И.Н. Основы технологии машиностроения: Учеб. для машиностроит. спец. вузов. 2-е изд., испр., М.: Высш. шк., 1999.

3.36. Машиностроение. Энциклопедия. Т. Ш-3: Технология изготовления деталей машин /А.М. Дальский, А.Г. Суслов, Ю.Ф. Назаров и др.; Под общ. ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение. 2000.

3.37. Машиностроение. Энциклопедия. Т. Ш-4: Сборка машин /Ю.М. Соломенцев., А.А. Гусев и др.; Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Машиностроение, 2000.

- 3.38. Справочник технолога-машиностроителя; В 2 т. /Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2001.
- 3.39. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве/. А.М. Дальский. Б.М. Базров, А.С. Васильев и др.; Под ред. А.М. Дальского. М.: Изд-во МАИ, 2000.
- 3.40. Сулов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. М.: Машиностроение, 2000.
- 3.41. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. М.: Машиностроение, 2001.
- 3.42. Жолобов А.А. Технология автоматизированного производства: Учебник для ВУЗов. Мн. Изд. Дизайн ПРО, 2000.
- 3.43. Исследования и изобретательство в машиностроении: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / М.Ф.Пашкевич [и др.]; Под общ. ред. М.Ф.Пашкевича. - Могилев, Бел.-Рос. ун-т, 2005.
- 3.44. Проектирование технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие для вузов / И.П.Филонов, Г.Я.Беляев, Л.М.Кожуро и др.; Под общ. ред. И.П.Филонова. - Мн.: УП «Технопринт», 2003.
- 3.45. Проектирование технологических процессов сборки машин / Под ред. А.А. Жолобова. - Мн.: Новое звание, 2005. - 410 с. (110 экз.).
- 3.46. Жолобов А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ: учеб. пособие для вузов / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек, А.М. Федоренко. - Могилев: Беларус. - Рос. ун-т, 2009. - 309 с.
- 3.47. Технология машиностроения: учеб. пособие для вузов / М.Ф. Пашкевич и др.; Под ред. М.Ф. Пашкевича. - Мн.: Новое издание, 2008. - 478 с.
- 3.48. Мрочек Ж.А. Основы технологии автоматизированного производства в машиностроении: учеб. пособие для вузов / Ж.А. Мрочек, А.А. Жолобов, Л.М. Акулович. - Мн.: Техноперспектива, 2008. - 303 с.
- 3.49. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / М.Ф. Пашкевич и др.; под ред. М.Ф. Пашкевича. - Мн.: Изд-во Гревцова, 2010. - 400 с.
- 3.50. Абразивная и алмазная обработка материалов. /Под ред. А.Н. Резникова. М.: Машиностроение. 1997.
- 3.51. Автоматизированная система проектирования технологических процессов механосборочного производства. /Под ред. Н.М. Капустина. М.: Машиностроение, 1979.
- 3.52. Адаптивное управление технологическими процессами. Ю.М.Соломенцев. В.Г.Митрофанов, С.П.Протопопов и др. - М.: Машиностроение, 1980.
- 3.53. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1975.
- 3.54. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Книги 1 и 2. М.: Машиностроение, 1982.
- 3.55. Демкин Н.В.. Рыжов Э.В. Качество поверхности и контакт деталей машин. М.: Машиностроение. 1981.

- 3.56. Дорожкин Н.Н. Упрочнение и восстановление деталей машин металлическими порошками. - Мн.: Наука и техника, 1974.
- 3.57. Дунин-Барковский И.В., Картышева А.Н. Измерения и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности. М.: Машиностроение, 1978.
- 3.58. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Расчет допусков размеров: Учебное пособие - М: Машиностроение, 1982.
- 3.59. Капустин Н.М. Разработка технологических процессов обработки деталей на станках с помощью ЭВМ. М.: Машиностроение, 1976.
- 3.60. Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учебник. М.: Машиностроение, 1987.
- 3.61. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1983.
- 3.62. Львовский Е.К. Статистические методы построения энергетических формул. - М.: Высш. шк., 1982.
- 3.63. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроения, 1985.
- 3.64. Минаков А.П., Бунос А.А. Технологические основы пневмовибродинамической обработки нежестких деталей. - Мн.: Наука и техника, 1995.
- 3.65. Митрофанов СП. Групповая технология машиностроительного производства. Т.1. организация группового производства. Л.: машиностроение, 1983.
- 3.66. Митрофанов СП. Групповая технология машиностроительного производства. Т.2. Проектирование и использование групповой технологической оснастки металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1983.
- 3.67. Невельсон М.С. Автоматическое управление точностью обработки на металлорежущих станках. - Л.: Машиностроение, 1982.
- 3.68. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. - М.: Машиностроение, 1980.
- 3.69. Основы технологии машиностроения. Под ред. Корсакова В.С. - 3-е издание, - М.: Машиностроение, 1977.
- 3.70. Остаточные напряжения: Учебное пособие / Ж.А.Мрочек, ССМакаревич, Л.М.Кожуро и др. - Мн.: УП «Технопринт», 2003.
- 3.71. Папшев Д.Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием. -М.: Машиностроение, 1991.
- 3.72. Пустыльник Е.И. Статические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука. 1968.
- 3.73. Пашкевич М.Ф., Беляев Г.Я., Мрочек Ж.А. и др. Технологическая оснастка. Проектирование поводковых устройств. Мн.: БГПА, 1998.
- 3.74. Пашкевич М.Ф., Мрочек Ж.А., Кожуро Л.М., Пашкевич В.М. Технологическая оснастка. - Мн.: Адукацыя і выхаванне. - 2002.
- 3.75. Технология сельскохозяйственного машиностроения: учеб. пособие / Л.М.Кожуро [и др.]; Под ред. Л.М.Кожуро. - Мн.: Новое знание, 2006.



- 3.76. Проектирование технологии: Учебник для студентов машиностроительных специально - стей вузов / И.М.Баранчукова, А.А.Гусев. Ю.Б.Крамаренко и др.; Под общ. ред. Ю.М.Соломенцева. -М.: Машиностроение, 1990.
- 3.77. Руденко П.А., Харламов Ю.А., Плескач В.М. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев: Вища школа, 1991 г.
- 3.78. Размерный анализ технологических процессов: Матвеев В.В., Тверской М.М. и др., М: Машиностроение, 1982.
- 3.79. Рыжов Э.В., Суслов А.Г., Федоров В.П. Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. М.: Машиностроение, 1979.
- 3.80. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. - М.: машиностроение. 1972.
- 3.81. Ткачев В.Н. и др. Методы повышения долговечности деталей машин. - М.: Машиностроение, 1971.
- 3.82. Тойберт П. Оценка точности результатов измерений: Пер. с нем. - М.: Энегтоатомиздат, 1988.
- 3.83. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов. М: Машиностроение, 1986.
- 3.84. Ящерицын П.И., Зайцев А.Г., Барбатько А.И. Тонкие доводочные процессы обработки деталей машин и приборов. Минск: Наука и техника, 1976.
- 3.85. Ящерицын П.И. Основы технологии механической обработки и сборки в машиностроении. Мн.: «Вышэйшая школа», 1974.
- 3.86. Ящерицын П.И., Рыжов Э.В., Аверченков В.И. Технологическая наследственность в машиностроении. Минск: наука и техника, 1977.
- 3.87. Экономическая эффективность новой техники и технологии в машиностроении./ Под ред. Великанова К.М. Л.: Машиностроение, 1981.