

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

на направление подготовки магистратуры

**15.04.01 Машиностроение**

по образовательной программе

**«Технология автоматизированного машиностроения»**

**Санкт-Петербург  
2022**

## Основные положения программы

Программа вступительного экзамена по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение утверждена на заседании кафедры Машиностроения (протокол от 31.08.2021 № 1)

### I. Содержание, структура и форма проведения вступительного испытания

Вступительное испытание при приеме на обучение по направлению подготовки магистратуры 15.04.01 Машиностроение проводится с применением дистанционных технологий и включает в себя 100 (сто) тестовых вопросов, требующих выбора правильного ответа (1 правильный ответ – 1 балл, максимальное количество баллов – 100). Распределение экзаменационных вопросов, входящих в экзаменационный билет, осуществляется случайным образом в соответствии с разделами, указанными в Программе. Продолжительность вступительного испытания 1 час 15 минут (75 минут).

Вступительные испытания в Горный университет проводятся в строгом соответствии с Регламентом проведения вступительных испытаний с применением дистанционных технологий, расписанием консультаций и вступительных испытаний, Порядком подачи и рассмотрения апелляций. Ведомости с результатами вступительных испытаний публикуются на официальном сайте Университета.

### II. Разделы дисциплин, рассматриваемые в ходе вступительного испытания

**Машиностроение** - вид производственной деятельности предприятий обрабатывающей промышленности и сферы услуг, специализирующихся на проектировании, производстве, обслуживании и утилизации всевозможных машин, технологического оборудования и их деталей.

**Автоматизация в машиностроении** связана с применением энергии неживой природы для выполнения и управления производственными процессами без непосредственного участия человека с целью увеличения производительности и качества выпускаемой продукции. **Автоматизация** осуществляется путем внедрения в производственный процесс станков с ЧПУ, промышленных роботов, **автоматизированной** транспортно-складской системы.

**Технология автоматизированного машиностроения** включает автоматизированную систему, реализующую информационную технологию выполнения функций проектирования (САПР), представляющую собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

**Система автоматизированного проектирования (САПР)** осуществляет автоматизацию труда инженеров, конструкторов и технологов и включает в себя несколько подсистем

- двумерное черчение и трехмерное геометрическое проектирование (CAD);
- инженерный анализ (CAE);
- технологическая подготовка производства (CAPP);
- автоматизация производства (CAM);
- управление данными об изделии (PDM);
- управление жизненным циклом изделия (PLM).

В рамках жизненного цикла промышленных изделий, САПР решает задачи автоматизации стадий проектирования и подготовки производства. Основная цель создания САПР - повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращения трудоёмкости проектирования и планирования;
- сокращения сроков проектирования; - сокращения себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращения затрат на натурное моделирование и испытания.

Достижение целей создания САПР обеспечивается путем:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержки и автоматизации принятия решений;
- использования технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием на ЭВМ;
- повышения качества управления проектированием;
- применения методов вариантного проектирования и оптимизации;
- уменьшение объёма испытаний и доводки опытных образцов в результате повышения уровня достоверности проектных решений и, следовательно, снижение временных затрат.

## **Раздел 1. Методологические основы технологии машиностроения**

[1], с.3...10; 47...109; [2], с. 3...12

Понятия - изделие, машина, сборочная единица, деталь, заготовка.

Функциональное назначение изделий машиностроения.

Преобразование связей в процессе проектирования машин. Разработка размерных связей в машине. Конструкторские и технологические размерные цепи.

Информационные связи в производственном процессе и их структура. Свойства технологической информации. Технологические задачи и их информационное обеспечение.

Эксплуатационные свойства деталей машин и их соединений - статическая и усталостная прочность, поверхностная контактная статическая и динамическая прочность, износостойкость, коррозионная стойкость, контактная жесткость, прочность посадок.

Качество машин. Показатели качества машин: единичные и комплексные, эксплуатационные и производственные. Показатели назначения, надежность (безотказность, долговечность), ремонтпригодность, сохраняемость, эргономичность.

Трудоемкость, энергоемкость, блочность, методы определения показателей качества машин.

Качество деталей машин и их соединений.

Качество как экономическая категория.

Соотношение цены и ценности в понятии качество. Классификация затрат на качество.

Технологическая наследственность на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Технологическая наследственность в точности и качестве поверхностного слоя деталей машин.

Технологическая наследственность при эксплуатации.

Характеристики точности соединений, области применения посадок с зазором, с натягом и переходных посадок.

Основные понятия и определения в технологии машиностроения - технологический процесс, операция, переход, рабочий ход, установ, позиция.

Классификация технологических процессов - единичный, типовой, групповой, модульный. Детализация описания технологических процессов - маршрутное, операционное, маршрутно-операционное.

## **Раздел 2. Технологический процесс как объект проектирования**

[1], с. 3...10; [2]; с. 3...12; [5], с. 23...27

Определение, классификация и номенклатура показателей технологичности конструкций машиностроительных изделий.

Основные показатели технологичности конструкций изделий - трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость, технологическая себестоимость.

Экономические связи в производственном процессе.

Сокращение расходов на материалы, заработную плату, содержание, амортизацию и эксплуатацию средств труда, накладных расходов.

Определение, классификация и номенклатура показателей технологичности конструкций машиностроительных изделий.

Основные показатели технологичности конструкций изделий - трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость, технологическая себестоимость.

Методы и приемы отработки конструкций изделий на технологичность.

Требования к обеспечению технологичности конструкций изделий машиностроения.

Обеспечение технологичности конструкций деталей машин, их соединений и сборочных единиц.

Технологический контроль конструкторской документации. Особенности технологического контроля и порядок его проведения. Связь технологического контроля с нормоконтролем.

Точность деталей и ее показатели.

Размерно-точностный анализ технологических процессов.

Расчет суммарной погрешности обработки и ее составляющих.

Элементарные погрешности обработки. Погрешности от упругих деформаций технологической системы, погрешности от размерного износа инструмента, погрешности от температурных деформаций.

Элементарные погрешности обработки. Погрешности настройки технологической системы, погрешности, обусловленной геометрической неточностью станка, погрешности от перераспределения остаточных напряжений в заготовке.

Погрешность установки и ее расчет. Определение погрешностей базирования, закрепления и приспособления.

Случайные погрешности обработки. Законы рассеивания размеров: Гаусса, Симпсона, Максвелла, равной вероятности. Точечные диаграммы.

Обеспечение точности обработки деталей и сборки машин.

Понятие о себестоимости машины и ее деталей. Основные методы определения себестоимости.

Определение расходов на материал и заработную плату. Определение расходов на содержание и амортизацию средств труда.

Основы технического нормирования.

Определение накладных и налоговых расходов.

Выбор наиболее экономичного варианта технологического процесса.

Определение цены изделий машиностроения с учетом их качества.

### **Раздел 3. Основы разработки технологических процессов изготовления машин**

[1], с. 3...10; [2], с. 3...12; [5], с. 19...23

Разработка технологических процессов изготовления деталей машин. Исходные данные и этапы разработки технологических процессов. Анализ технических требований чертежа и выявление технологических задач. Определение типа производства. Выбор заготовок и методов их изготовления. Припуски и их расчет.

Разработка технологических процессов изготовления деталей машин. Составление маршрута технологического процесса. Разработка операций обработки заготовок.

Разработка прогрессивных технологических процессов.

Типизация технологических процессов и групповая обработка.

Особенности проектирования операций обработки заготовок на станках с ЧПУ.

Разработка техпроцессов обработки деталей на агрегатных станках и автоматических линиях.

Типовая технология изготовления ступенчатых валов.

Типовая технология изготовления зубчатых колес.

Типовая технология изготовления корпусных деталей.

Автоматизация проектирования технологических процессов.

Разработка технологических процессов сборки. Исходные данные и общие положения. Выбор организационной формы сборки.

Разработка технологических процессов сборки. Разработка схемы сборки и маршрутного технологического процесса.

Разработка технологических операций сборки.

Сборка типовых узлов и механизмов. Монтаж подшипников скольжения и качения.

Сборка зубчатых и червячных передач.

Сборка резьбовых соединений.

Сборка соединений с натягом, клеевых и сварных соединений.

Автоматизация проектирования технологических процессов сборки.

Управление технологическими процессами в машиностроении. Адаптивные системы управления.

Процессы формообразования поверхностей заготовок деталей машин. Режимы резания. Процесс стружкообразования.

Режущие инструменты. Материалы режущей части инструментов. Быстрорежущие стали. Твердые сплавы. Режущая керамика. СТМ.

#### **Раздел 4. Общие вопросы проектирования технологических процессов**

[1], с. 26...42; [2], с. 3...12; [8], с. 105...204

Стадии и этапы проектирования технологических процессов.

Обеспечение точности при механической обработке деталей и сборке машин.

Резание материалов. Конструкционные материалы и их свойства. Обрабатываемость металлов резанием.

Методы обработки резанием. Требования к процессу резания. Движения при обработке резанием.

Процессы в технологической системе при механической обработке лезвийным инструментом. Элементы резания и геометрия срезаемого слоя. Деформация металла при обработке резанием. Наростообразование при резании металлов.

Сила резания и ее составляющие. Уравнение силы резания.

Изнашивание и стойкость инструмента.

Особенности абразивной обработки. Схемы шлифования и элементы режима резания. Силы резания при шлифовании.

Информационная модель системы «Технологический процесс». Классификация технологических процессов и формы описания. Унификация технологических процессов. Групповые и типовые технологические процессы.

Концентрация и дифференциация операций. Принципы построения и структура операций. Исследование объекта производства и его описание. Классификация и группирование деталей. Исследование технологического процесса, как объекта проектирования.

Качество поверхностного слоя деталей. Геометрические характеристики. Показатели физико-механических свойств поверхностных слоев деталей машин.

Взаимосвязь параметров качества поверхностного слоя деталей машин с условиями их обработки для лезвийных и алмазно-абразивных методов обработки.

Взаимосвязь параметров качества поверхностного слоя деталей машин с условиями их обработки для отделочно-упрочняющих, физических, химических и комбинированных методов.

Влияние состояния металлорежущего оборудования и технологической оснастки на параметры качества поверхностного слоя деталей машин и надежность их технологического обеспечения.

Методология технологического обеспечения качества поверхностного слоя деталей машин при технологической подготовке производства и при изготовлении.

Технологическое создание закономерно изменяющегося качества поверхностного слоя деталей машин.

Динамика процесса резания. Влияние на силы резания технологических факторов процесса резания. Влияние сил резания и колебаний на качество обработанной поверхности.

Контактные процессы при резании. Явления адгезии и диффузии. Коэффициент трения при резании и факторы, влияющие на его величину.

Тепловые явления при резании, их влияние на качество обработанной поверхности. Основные пути управления тепловыми процессами при лезвийной и абразивной обработке резанием.

Физическая природа изнашивания инструмента. Интенсивность изнашивания и кривые износа режущего инструмента. Основные направления повышения стойкости режущих инструментов.

Интенсификация процессов механической обработки. Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания. Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки.

Физические, химические и лазерные методы обработки. Нанесение покрытий.

Отделочно-упрочняющие методы обработки деталей машин поверхностным пластическим деформированием (ППД).

Методы отделочно-упрочняющей обработки ППД. Применяемые инструменты, оснастка и оборудование. Области эффективного применения. Преимущества, недостатки.

Основные закономерности формирования поверхностного слоя деталей машин при упрочнении методами ППД. Влияние методов ППД на эксплуатационные свойства деталей машин.

Выбор методов ППД на основе анализа особенностей, преимуществ и недостатков каждого метода.

Эффективность различных способов комбинированного упрочнения путем сочетания поверхностного пластического деформирования с другими видами упрочняющей обработки.

Изменение качества поверхностного слоя деталей при эксплуатации.

Технологическое обеспечение контактной жесткости и прочности, статической и усталостной прочности

Обеспечение коррозионной стойкости, износостойкости, герметичности, прочности посадок.

Узлы трения. Различные виды трения. Трение скольжения при отсутствии смазки. Трение качения. Трение при граничной смазке. Гидродинамическое трение.

Основные механизмы изнашивания материалов и деталей машин.

Технологическое повышение долговечности и безотказности изделий машиностроения.

## **Раздел 5. Технологические процессы изготовления деталей машин**

[1], с. 243...312; [2], с. 3...12; [8], с. 105...204

Общая классификация технологических процессов и методов изготовления. Методы получения заготовок отделением от сортового проката, обработкой давлением, литьем, методами порошковой металлургии и комбинированными методами. Ковка, объемная штамповка, параметры точности и шероховатости. Виды литья и достижимая точность.

Классификация методов обработки заготовок в машиностроении. Теоретические основы обработки резанием - кинематика движений, элементы режима резания, динамика процесса резания, расчет оптимальных режимов резания, качество поверхностного слоя заготовки. Технологические режимы и показатели качества функционирования. Станочное оборудование и приспособления.

Понятие точности обработки и ее оценка. Связь показателей качества изделия и достигаемой точности изготовления. Методы обеспечения точности изготовления деталей и сборки изделий. Управление точностью по входным параметрам. Методы стабилизации технологических процессов по параметрам точности. Статистическое регулирование точности обработки. Автоматическое управление точностью по выходным параметрам и по рассогласованию (регулирование по упругим деформациям технологической системы), управляемые выходные переменные, управляющие и регулирующие воздействия, статические и динамические свойства технологических объектов управления. Базирование и базы.

Методы полной и неполной взаимозаменяемости, пригонки, регулирования и групповой взаимозаменяемости: сущность и области применения. Поле допуска и поле рассеяния. Постоянные и переменные составляющие отклонений. Основные факторы, влияющие на точность обработки. Показатели надежности и качества функционирования технологической системы. Статическая и динамическая



жесткость технологической системы обработки и ее влияние на точность обработки. Достижение точности в условиях автоматического производства.

## **Раздел 6. Автоматизация технологических процессов изготовления деталей**

[1], с. 253...289; 727...733; [4], с. 7...40; 195...249

Механизация и автоматизация производственных процессов.

Виды и уровни автоматизации технологических процессов.

Рабочие циклы - полуавтоматический, автоматический и автоматизированный.

Основные характеристики автоматизированного производственного процесса.

Оборудование и структура гибких автоматизированных производств (ГАП).

Особенности проектирования технологических процессов для гибких автоматизированных производств.

Особенности проектирования процессов изготовления деталей тел вращения в ГАП. Функция промышленного робота в ГАП, технологическая оценка его параметров. Выбор схемы базирования заготовок в роботизированных системах. Точность автоматизированной установки заготовок в технологических системах с применением робота. Составляющие погрешности автоматической установки. Взаимосвязь технологической системы установки, размерных и точностных параметров устанавливаемой заготовки и промышленного робота.

Особенность определения наладочных размеров при групповой наладке инструментов в ГАП на базе токарных станков с ЧПУ. Особенности изготовления корпусных деталей в ГАП.

Виды научного исследования и их сущность. Общее понятие о методах научного исследования и их классификация. Методы теоретических и экспериментальных исследований в технологии машиностроения.

Методы теоретических исследований в технологии машиностроения. Физическое представление процессов и их математическое описание.

Оптимизация и автоматизация процессов механической обработки деталей машин. Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации и автоматизации.

Совершенствование существующих и разработка новых методов обработки и сборки в целях повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска. Научные технологии в машиностроении.

## **III. Методические указания по подготовке и выполнению вступительного испытания**

Магистратура предназначена для выпускников российских и зарубежных ВУЗов, имеющих дипломы бакалавра или специалиста, в том числе не обучавшихся ранее по направлению «Машиностроение». Прием в магистратуру осуществляется на конкурсной основе. Для поступления на программу требуется высокая мотивация повысить свою квалификацию, аналитический склад ума и желание заниматься интересным делом по производству машин и оборудования в сфере заготовительного производства; проектирования механообрабатывающего и

механосборочного производства; исследования и проектирования гибкого автоматизированного производства деталей и узлов машин и оборудования.

Учеба в магистратуре предполагает углубленное изучение иностранного языка, прикладную научно-исследовательскую работу, мобильность и лекции специалистов университетов и производителей.

Основной целью вступительного экзамена в магистратуру по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение» является выявление системных знаний умений и навыков проектирования и освоения новой технологической оснастки, средств механизации и автоматизации технологических процессов машиностроения; разработки и освоения новых технологий, средств информационного, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения технологических систем для достижения качества выпускаемых изделий.

На вступительном испытании поступающий должен продемонстрировать основные компетенции, сформированные в результате освоения дисциплин в рамках программы бакалавриата: «Основы технологии машиностроения», «Технология машиностроения», «Процессы формообразования и инструмент», «Металлорежущие станки», «Автоматизация производственных процессов в машиностроении», «САПР технологических процессов», «Станочное и инструментальное обеспечение автоматизированного производства».

### **Рекомендательный библиографический список**

#### **Основная литература**

1. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Уч. / Б.М. Базров. - М.: Инфра-М, 2005. – 736 с.
2. Горохов, В.А. Основы технологии машиностроения. Лаб. практи.: Учебное пособие / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, Ю.Е. Махаринский. - М.: Инфра-М, 2016. - 688 с.
3. Зубарев, Ю.М. Динамические процессы в технологии машиностроения. Основы конструирования машин: Учебное пособие / Ю.М. Зубарев. - СПб.: Лань, 2018. - 212 с.
4. Зубарев Ю.М. Технология автоматизированного машиностроения: Учебник для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 264 с.
5. Копылов Ю. Р.Технология машиностроения: Учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 252 с.
6. Клепиков, В.В. Основы технологии машиностроения: Учебник / В.В. Клепиков, А.Г. Схиртладзе, В.Ф. Солдатов. - М.: Инфра-М, 2018. - 224 с.
7. Мельников, А.С. Научные основы технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Мельников, М.А. Тамаркин и др. - СПб.: Лань, 2018. - 420 с.
8. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие / Скворцов В.Ф. - М.: Инфра-М, 2016. - 320 с.
9. Суслов, А.Г. Основы технологии машиностроения (для бакалавров) / А.Г. Суслов. - М.: КноРус, 2018. - 384 с.

### Дополнительная литература

1. Основы технологии машиностроения: рабочая программа, письменные лекции. – СПб.: Изд-во «Горный», 2016.
2. Основы технологии машиностроения: учебник / под ред. В. С. Корсакова. – М.: Машиностроение, 2012.
3. Махаринский, Е. И. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / Е.И. Махаринский, В.А. Горохов. – Минск: Высшейш. шк., 2011.
4. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. / под ред. А.Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 2010.
5. Дитрих, Я. Проектирование и конструирование: системный подход: пер. с польск. / Я. Дитрих.– М.: Мир, 1981.
6. Основы технологии машиностроения: учебно-методический комплекс (информационные ресурсы дисциплины: методические указания к выполнению лабораторных работ). – СПб.: Изд-во «Горный», 2016.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1 | Российская государственная библиотека                                 | <a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>                         |
| 2 | Российская национальная библиотека                                    | <a href="http://www.nlr.ru">www.nlr.ru</a>                         |
| 3 | Библиотека Академии наук  | <a href="http://www.rasl.ru">www.rasl.ru</a>                       |
| 4 | Библиотека по естественным наукам РАН                                 | <a href="http://www.benran.ru">www.benran.ru</a>                   |
| 5 | Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)      | <a href="http://www.viniti.ru">www.viniti.ru</a>                   |
| 6 | Государственная публичная научно-техническая библиотека               | <a href="http://www.gpntb.ru">www.gpntb.ru</a>                     |
| 7 | Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета | <a href="http://www.geology.ru/library">www.geology.ru/library</a> |
| 8 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU                            | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>               |