

**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе



Ю.В. Фомин

ПРОГРАММА

**вступительного испытания
по специальной дисциплине**

**для поступающих на обучение по программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**научная специальность
2.5.6 Технология машиностроения**

Санкт-Петербург

2026

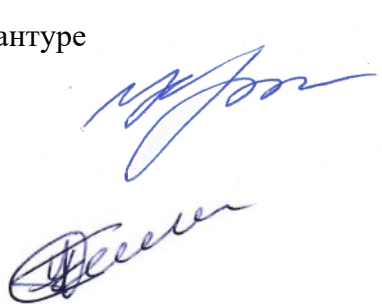
Ответственный по аспирантуре

от института

К.т.н., доцент

Составители:

К.т.н., доцент



О.В. Кочнева

С.Н. Степанов

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-техническим советом (протокол № 4 от «18» марта 2026 г.).

1. Область применения и нормативные ссылки

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных требований по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

2. Структура вступительного экзамена

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Программа содержит перечень тем (вопросов) по специальной дисциплине соответствующей научной специальности **2.5.6-Технология машиностроения**.

Вступительное испытание по специальной дисциплине состоит из двух блоков:

- теоретический экзамен, проводимый очно в письменной и/или устной форме (максимальный балл – 100);

- портфолио (максимальный балл – 100).

Минимальное количество баллов для теоретического экзамена составляет 50 баллов.

При получении по теоретическому экзамену результата ниже минимального балла, портфолио не рассматривается и не суммируется с результатом теоретического экзамена.

2.1. Оценка индивидуальных достижений. Структура портфолио

Максимальная возможная оценка за индивидуальные достижения (портфолио) составляет 100 баллов.

Для участия в конкурсе оценки индивидуальных достижений (портфолио) абитуриент может представить следующие документы, подтверждающие его достижения:

- а. Доклады на международных и российских конференциях, научных семинарах, научных школах и т.д. по направлению будущего диссертационного исследования. Подтверждается представлением программы конференции, диплома (сертификата) участника.

- б. Опубликованные или принятые к публикации научные работы (статьи, доклады в сборниках докладов). Подтверждается представлением электронных копий подлинников, ссылкой на открытые источники, справкой из редакции о принятии к публикации с обязательным указанием номера журнала и страниц. Публикации должны относиться к тому же направлению, что и тема будущего диссертационного исследования.

- с. Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.

- д. Участие в научно-исследовательских проектах, академических грантах. Подтверждается данными проекта (название, номер гранта, фонд), контактными данными руководителя проекта и краткой аннотацией (не более 200 слов), разъясняющей суть работы абитуриента.

Перечень достижений портфолио, учитываемых при приеме на обучение ¹

№ п/п	Научные (научно-исследовательские) достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе), в журналах перечня ВАК и приравненных к ним журналах, по категориям:	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	
	категория K1;		25
	категория K2;		15
	категория K3.		10
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	3
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует научной специальности, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:	Копия подписанного соглашения с грантодателем	
	руководителем		10
	исполнителем		5
3.	Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий:	Копия патента или свидетельства	
	– патент на изобретение;		10
	– патент на полезную модель;		7
	– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;		5
	– свидетельство о государственной регистрации базы данных;		5
	– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.		5
4.	Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций индексируемых в международной базе данных, проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	
	за конференцию, индексируемую в международной базе данных Web of Science и (или) Scopus (индексация сборника или журнала с публикацией подтверждается ссылкой или скриншотом из базы данных).		5
	за прочие конференции.		3

¹ В редакции приказа от 18.06.2026 №1837 «Об утверждении в новой редакции и введении в действие Правил приема в СПбПУ на 2026/2027 учебный год»

5.	Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру.	Копия диплома	3
6.	Заверенная копия протокола ГЭК по защите выпускной квалификационной работы магистра (специалиста) с рекомендацией к продолжению обучения в аспирантуре	Протокол	5

Оценка индивидуальных достижений проводится на собеседовании.

2.2. Структура и процедура проведения теоретического экзамена

Максимальная возможная оценка за теоретический экзамен составляет 100 баллов. Собеседование состоит из двух частей.

1) Ответ на вопросы в соответствии с научной специальностью будущей научно-исследовательской работы (диссертации).

Абитуриент выбирает билет, содержащий два вопроса из представленных в программе собеседования тем.

Абитуриенту предоставляется 30 минут на подготовку. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы.

2) Беседа по планируемому направлению исследований. Абитуриенту необходимо раскрыть следующие вопросы: предполагаемая тема научно-исследовательской работы, формулировка проблемы, цели ее исследования, новизна. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы.

2.3. Перечень тем для теоретического экзамена

1. Основные положения и понятия технологии машиностроения

Задачи и основные направления развития машиностроения. Предмет технологии машиностроения. Технология машиностроения как наука. Основные этапы развития технологии машиностроения. Роль русских ученых и инженеров в формировании и развитии технологии машиностроения. Направления дальнейшего развития технологии машиностроения. Цель и задачи дисциплины, ее место, роль и значение в системе других дисциплин, изучаемых студентами по специальности - технология машиностроения. Связь дисциплины “Основы технологии машиностроения” с другими дисциплинами учебного плана.

2. Основные определения технологии машиностроения

Машина как объект производства. Изделия, детали, узлы, группы, подузлы, подгруппы и другие сборочные единицы, служебное назначение изделий. Качество изделий. Производственный и технологический процессы. Классификация технологических процессов (по ЕСТПП): проектный, рабочий, единичный, типовой, стандартный, временный, перспективный, маршрутный, операционный, маршрутно-операционный.

Технологическая операция. Рабочее место. Элементы технологической операции: установ, технологический переход, вспомогательный переход, рабочий ход, вспомогательный ход, позиция.

Необходимость сочетания в технологическом процессе технического (обеспечение заданного качества изделий) и экономического (наивысшая производительность при полном использовании орудий труда и наименьших затратах) принципов. Трудоемкость и станкоемкость. Норма времени и норма выработки. Программа выпуска изделий. Объем серии изделий. Производственная и операционная партии. Объем выпуска изделий. Характеристики технологического процесса: цикл технологической операции, такт и ритм выпуска. Производственный цикл. Типы производства: единичное, серийное, массовое и их технологическая характеристика. Поточная и непоточная организация производства. Групповая организация производства. Специализация и кооперирование производства. Производительность труда, себестоимость изделий и операций; их технологическое обеспечение.

3. Основы теории базирования деталей и заготовок

Сопряжение деталей при сборке и установка заготовок на станках и в приспособлениях. Теоретические основы определения положения твердого тела в пространстве. Понятие о базировании и базах, комплекте баз, опорной точке. Классификация баз. Свободная и исполнительная поверхности. Определенность и неопределенность базирования. Правила обеспечения определенности базирования. Средства и порядок закрепления детали и заготовки. Смена баз. Подготовка смены баз. Методика построения технологических размерных цепей, образующихся в результате смены баз. Расчет погрешности, вызываемой сменой баз, при различных схемах установки заготовок. Принцип единства баз. Условия реализации. Особенности при обработке нескольких поверхностей с одного установа. Основы выбора технологических и измерительных баз. Роль и значение первой операции. Классификация деталей для выбора технологических баз. Принципы выбора баз и последовательности обработки заготовок. Рекомендации по выбору баз.

4. Построение, расчет и анализ технологических размерных цепей

Виды технологических размерных цепей (Р.Ц.). Методика построения технологических Р.Ц. Основные положения и зависимости для расчета технологических Р.Ц.: расчет номинальных размеров звеньев; расчет погрешностей и допусков замыкающего и составляющих звеньев, расчет координат середин полей допусков. Области применения, преимущества и недостатки расчета технологических размерных цепей методами полной, неполной и групповой взаимозаменяемости, пригонки и регулирования. Методика расчета технологических линейных и угловых Р.Ц. методами полной, неполной и групповой взаимозаменяемости, пригонки и регулирования.

5. Закономерности и связи, проявляющиеся в процессе проектирования и создания машины. Качество изделий

Показатели качества изделий. Три вида показателей качества: расчетные, действительные, измеренные. Показатели качества деталей. Показатели точности деталей: точность

размеров, расположения поверхностей, геометрической формы поверхностей (включая их макро - и микрогеометрию и волнистость). Взаимосвязь показателей точности детали. Показатели точности сборочной единицы и машины. Надежность и долговечность детали, сборочной единицы и машины. КПД, легкость управления. Степень автоматизации и другие показатели качества машины. Технические условия, нормы точности, стандарты. Отклонения характеристик качества изделий от требуемых (расчетных) значений. Систематические, переменные систематические и случайные погрешности. Расчетно-аналитический и статистический методы анализа погрешностей.

6. Статистические методы исследования качества изделий

Рассеивание параметров качества изделий. Факторы, порождающие рассеивание. Точечные диаграммы. Производственные погрешности. Задачи, решаемые на основе изучения статистических характеристик рассеивания. Величина и пояс рассеивания. Кривые распределения; методика построения гистограмм и практических кривых распределения. Теоретические кривые и законы распределения. Математические характеристики кривых распределения. Коэффициент и процент риска. Степень взаимозаменяемости. Характеристики рассеивания при смешении нескольких неоднородных партий деталей. Закон Гаусса и условия образования рассеивания характеристик качества изделий по этому закону. Рассеивание существенно положительных величин. Влияние действия доминирующих факторов на характеристики качества изделий. Доминирующие факторы: случайные, постоянные, равномерно изменяющиеся во времени, имеющие постоянный и переменный характер изменения и др. Композиционные кривые и законы распределения. Распределение характеристик качества при одновременном воздействии случайных и переменных систематических погрешностей. Расчет производственной погрешности. Методика и задачи статистического анализа технологических процессов. Основы применения статистических методов исследования технологических процессов.

7. Методы разработки технологического процесса изготовления машины, обеспечивающий достижение ее качества, требуемую производительность и эффективность. Формирование качества деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках

Включение заготовки при обработке в размерные и кинематические цепи технологической системы “станок-приспособление-инструмент-заготовка”. Три этапа достижения точности: установка заготовки, настройка технологической системы, обработка заготовки. Причины возникновения погрешностей по выдерживаемым параметрам качества обрабатываемой заготовки на каждом этапе. Производственные погрешности как сумма погрешностей технологической системы и погрешности, вызываемые сменой баз. Погрешность установки как сумма погрешностей базирования, закрепления и положения. Погрешность закрепления: сущность, принципы расчета; влияние контактных деформаций в стыках на погрешность закрепления; повторные нагружения, пути уменьшения погрешности закрепления. Погрешности положения заготовки: факторы, определяющие погрешность положения и пути ее уменьшения. Погрешность статической настройки технологической системы: определение рабочего настроенного размера и размера статической настройки при изготовлении одной детали и партии деталей. Настройка с требуемой точностью на обработку

партии заготовок. Методы базирования приспособлений и режущего инструмента на станках. Методы статической настройки размерных и кинематических цепей технологической системы. Использование эталонов, “габаритов”, мерных длин, лимбов, линейек, корректирующих устройств и т.д. Настройка инструментов вне станка. Погрешности, возникающие при обработке заготовки на станке. Жесткость технологической системы. Податливость. Измерение жесткости: статические и динамические методы; лабораторные и производственные методы. Влияние жесткости технологической системы на точность формы обрабатываемых заготовок. Влияние жесткости на точность размеров деталей, обработанных на настроенных станках. Закон копирования погрешностей. Влияние жесткости технологической системы на производительность обработки. Основные пути повышения жесткости технологической системы. Факторы, влияющие на величину производственной погрешности при обработке заготовки на станке:

1) качество материала обрабатываемых заготовок; влияние колебания физико-механических свойств материала на силы резания и на точность обработки; величина и колебание припусков на обработку; основные мероприятия для сокращения погрешности обработки;

2) вибрации и их влияние на величину погрешности обработки; вынужденные колебания и автоколебания. Меры предотвращения и сокращения вибраций;

3) тепловые деформации технологической системы. Стационарное и нестационарное ее состояние. Источники тепловыделения и тепловой баланс. Влияние теплообразования на точность обработки на универсальных и настроенных станках. Тепловые деформации заготовок; методика расчета, пути сокращения, тепловые деформации режущих инструментов: расчет, мероприятия по уменьшению влияния на точность обработки;

4) погрешности обработки, вызываемые износом режущего инструмента. Расчет линейного износа различных инструментов;

5) остаточные напряжения и их влияние на качество обработанных деталей.

Классификация технологических остаточных напряжений. Методы борьбы с остаточными напряжениями. Настройка станков на размер по пробным заготовкам. Погрешности настройки. Приемы ручной настройки и поднастройки “малыми импульсами”. Контроль точности настройки: путем измерения пробных заготовок универсальным инструментом; путем измерения пробных заготовок калибром с суженным допуском по знакам отклонения. Прогрессивные методы настройки и поднастройки станков на размер: автоматическая поднастройка с помощью подналадчиков; самоподнастраивающиеся станки; адаптивные системы.

8. Расчет производственных погрешностей

Анализ влияния погрешностей установки заготовки и настройки станка на размер, погрешностей, возникающих при обработке заготовки на станке и погрешностей, вызываемых сменой баз и геометрическими погрешностями станка и технологической оснастки, на точность размеров, расположения и формы поверхностей обработанной детали. Методика расчета производственных погрешностей при работе на настроенных станках (по методу автоматического получения размеров), правила суммирования частных погрешностей.

9. Качество поверхности и технологические методы повышения надежности деталей машин

Шероховатость поверхности, остаточные напряжения, физико-механическое состояние металла поверхностного слоя и его микроструктура. Причины возникновения неровностей поверхности. Влияние способов и режимов механической обработки резанием, состав и структура обрабатываемого материала, смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), геометрии режущего инструмента, состояния станка и инструмента, вибраций технологической системы на шероховатость поверхности. Физическая сущность деформационного упрочнения металла в процессе пластической деформации. Характеристики физико-механического состояния металла поверхностного слоя и их изменение под влиянием изменения условий и режимов механической обработки точением, фрезерованием, шлифованием, доводкой. Влияние технологии обработки на изменение микроструктуры металла поверхностного слоя. Механизм образования остаточных напряжений в поверхностном слое и влияние способов и режимов механической обработки на величину, знак и глубину распространения остаточных напряжений. Влияние шероховатости, остаточных напряжений и отдельных характеристик состояния металла поверхностного слоя на основные эксплуатационные свойства деталей машин (износостойкость, сохранение точности, усталостная прочность, коррозионная стойкость, магнитные свойства и др.).

Неоднородность свойств поверхностного слоя и нестабильность сроков службы поверхностей деталей. Задача повышения надежности машины путем технологического воздействия на рабочие поверхности деталей.

Задача формирования параметров шероховатости и состояния поверхностного слоя деталей, соответствующих различным условиям.

Технологическая наследственность. Назначение способов и режимов механической обработки резанием, обеспечивающих требуемые эксплуатационные качества деталей машин. Применение методов поверхностного пластического деформирования (ППД). Термическая и термохимическая обработка с целью повышения износостойкости поверхностных слоев. Металлические, неметаллические покрытия.

10. Принципы построения производственного процесса изготовления машины. Разработка технологического процесса изготовления деталей.

Технология сборки

Критерии экономичности технологических процессов. Методы подсчета себестоимости единицы продукции и технологической операции.

Методика определения экономической эффективности технологических процессов обработки заготовок и сборки изделий, графоаналитический и расчетно-аналитические методы.

Задача оптимизации технологических процессов.

Технологичность конструкции изделия как условие обеспечения высокой экономической эффективности технологических процессов. Основная задача отработки конструкции на технологичность. Общие правила и методика отработки конструкций на технологичность, пути обеспечения высокой технологичности конструкций изделий. Количественная оценка технологичности.

Технологические методы снижения себестоимости изделий:

1) увеличение количества изделий, подлежащих изготовлению в единицу времени (квартал, год) и по неизменяемому чертежу. Использование унификации, нормализации деталей и узлов и кооперирования предприятий для увеличения количества изделий, подлежащих изготовлению. Группирование изделий. Специализация предприятий и цехов;

2) сокращение расходов на материалы. Понятие о коэффициенте использования материала. Пути приближения качества заготовки к качеству готовых деталей. Получение отходов в наиболее ценном виде и их использование;

3) сокращение расходов на заработную плату, приходящуюся на единицу продукции. Сокращение времени, затрачиваемого на выполнение операции, за счет сокращения подготовительно-заключительного и штучного времени. Пути и средства сокращения основного технологического времени. Повышение качества заготовок. Сокращение длины пути рабочего хода инструмента. Совмещение переходов. Дифференцирование и концентрирование операций. Сокращение величин холостых ходов. Увеличение режимов обработки. Связь режимов обработки с качеством и производительностью. Обоснование выбора режимов обработки. Сокращение вспомогательного времени. Сокращение времени, затрачиваемого на смену и закрепление обрабатываемых заготовок, управление оборудованием, на контроль за ходом выполнения технологического процесса и получением требуемого качества изделий. Роль и значение приспособлений. Групповая обработка деталей. Обслуживание одним рабочим нескольких единиц оборудования и совмещение профессий. Использование станков-автоматов и станков с программным управлением. Улучшение условий труда и уменьшение утомляемости рабочих. Научная организация труда. Сокращение накладных расходов;

4) типизация технологических процессов: сущность и преимущества.

Совершенствование организации производства. Организационные формы и виды производственных процессов. Поточная и непоточная организации производства. Переменно-поточная и непрерывно-поточная организация производства.

Использование метода разработки технологического процесса изготовления машины при проектировании технологических процессов сборки машины и изготовления деталей любого типа в единичном, серийном и массовом производствах (6 часов).

Исходная информация для проектирования технологического процесса изготовления машины.

Базовая информация: конструкторская документация на машину; программа выпуска машины; общее количество машин, подлежащих изготовлению по неизменным чертежам; условия, в которых предполагается организовать и осуществить технологическую подготовку производства и изготовление машины; организационные условия и др.

Руководящая и справочная информация. Информация о технологических возможностях оборудования, методах обработки заготовок и сборки машин.

Последовательность проектирования технологического процесса изготовления машины. Проектирование технологии общей сборки машины; проектирование технологии сборки всех сборочных единиц. Проектирование технологии изготовления деталей. Выбор средств технологического оснащения. Проектирование участков, цехов и заводов.

Особенности проектирования технологических процессов ремонтного производства.

Оценка технологичности конструкции изделия.

11. Основы разработки технологического процесса сборки машины. Общие положения и подходы к автоматизации процесса сборки

Общая и узловая сборка. Переходы, включаемые в технологический процесс сборки. Организационные формы сборки изделий: стационарная и подвижная сборка; стационарная сборка без расчленения работ и с расчленением работ; бригадный метод сборки; подвижная сборка с расчлененным процессом со свободным и принудительным перемещением объекта производства; поточная сборка; конвейерная сборка; характер работы конвейеров; непрерывное движение со снятием и без снятия изделий; пульсирующее движение со снятием и без снятия изделий. Преимущества, недостатки и области применения различных организационных форм сборки.

Исходная информация для разработки технологического процесса сборки. Анализ исходной информации (анализ норм точности и технических условий). Расчет такта выпуска и установление типа производства. Отработка конструкции изделия на технологичность с точки зрения сборки.

Последовательность разработки технологии сборки: разбивка изделия на сборочные единицы; определение порядка комплектования узлов и изделий в процессе сборки, составление схем сборочных единиц; дифференциация и концентрация процесса сборки; разработка технологических схем процесса сборки узлов и изделия. Составление технологических процессов сборки для производств различных типов. Нормирование сборочных работ. Выбор и конструирование средств технологического оснащения. Механизация и автоматизация сборочных работ. Определение рациональных способов транспортирования деталей и изделий; подбор и проектирование транспортных средств. Разработка и оформление технологической документации.

12. Технология сборки машины и сборочных единиц

Технологический процесс сборки машины: анализ исходной информации, выбор организационной формы сборки, установление последовательности сборки, разработка технологической схемы сборки, выбор средств технологического процесса сборки, техническое нормирование сборочных работ, разработка технологической документации.

Технология сборки типовых сборочных единиц. Особенности достижения требуемой точности типовых сборочных единиц. Монтаж валов на опорах скольжения и качения. Способы уменьшения радиального биения и осевого перемещения валов и погрешности положения оси вращения вала относительно баз корпусной детали. Сборка зубчатых и червячных передач. Сборка винтовых передач и резьбовых соединений. Сборка плоскостных соединений. Балансировка сборочных единиц. Методы и средства механизации сборочных работ. Методы и средства технического контроля.

Типовые сборочные операции на примерах сборки металлорежущих станков, двигателей, автомобилей и других машин.

Особенности проектирования технологических процессов автоматической сборки. Задачи и условия автоматизации сборочных процессов. Преимущества, обеспечиваемые автоматизацией сборочных процессов. Исходные данные для разработки технологических процессов автоматической сборки. Изучение объекта сборки и технико-экономическое обоснование целесообразной степени её автоматизации.

Анализ технологичности объекта и внесение в его конструкцию допустимых изменений. Анализ размерных цепей объекта и условий собираемости. Составление технологических схем сборки объекта, наиболее благоприятных для осуществления автоматизации узловой и общей сборки.

Выбор баз и разработка маршрута узловой и общей сборки. Установление комплекса основных и вспомогательных операций и их содержания. Технологическое обеспечение заданной производительности. Предварительное определение экономической эффективности проектируемой линии. Корректировка принятых решений. Проектирование операционного технологического процесса сборки с разработкой технических заданий на конструирование сборочных автоматов и полуавтоматов. Выравнивание производительности отдельных автоматов и участков линии. Точностной анализ запроектированного процесса сборки. Расчеты точности выполнения заданных соединений. Технологические расчеты выполняемых сборочных операций, расчет времени циклов работы сборочных автоматов и полуавтоматов, составление циклограмм. Определение технико-экономических показателей линии. Особенности проектирования групповых автоматических и автоматизированных линий сборки.

13. Основы проектирования технологического процесса изготовления детали

Анализ исходной информации для проектирования технологического процесса изготовления детали. Расчет такта выпуска и установление типа производства. Определение производственной и операционной партии в серийном производстве.

Анализ конструкции, подлежащей изготовлению детали. Анализ её служебного назначения, функций отдельных поверхностей, норм точности и технических условий. Отработка конструкции детали на технологичность, технологические требования к конструкции детали (корпусной, вала, втулки и др.).

Разработка технических условий на исходную заготовку, выбор технологического процесса ее получения, назначение допусков на изготовление заготовки. Понятие о припуске на обработку.

Методы расчета припусков на механическую обработку. Опытно-статистический метод назначения припусков. Расчетно-аналитические методы определения промежуточных (межпереходных) и общих припусков. Методика расчета межпереходных предельных размеров для наружных и внутренних поверхностей заготовки.

Основные этапы проектирования единичного технологического процесса механической обработки заготовки:

- 1) разработка маршрута обработки заготовки,
- 2) выбор технологических баз для всех операций,
- 3) выбор вида и последовательности обработки отдельных поверхностей заготовки,
- 4) разработка маршрутного технологического процесса,

5) разработка технологических операций: определение наиболее рациональной структуры операции (одноместная или многоместная, параллельная или последовательная, одноинструментная или многоинструментная обработка и т.д.); установление рациональной последовательности и содержания переходов с расчетом межпереходных и общих припусков и размеров, назначение соответствующих допусков. Расчет операционных размеров методом размерного анализа

технологических процессов. Понятие об операционной цепи и её звеньях. Подготовка чертежа детали и исходных данных для размерного анализа. Методика построения размерных схем. Расчет операционных размерных цепей. Размерный анализ технологических процессов с использованием ЭВМ. Выбор технологического оснащения - оборудования (станка), приспособления, режущих, вспомогательных и измерительных инструментов; расчет или назначение режимов обработки; разработка схем настройки станка на размер; техническое нормирование. Оформление технологической документации.

- 6) разработка контрольных операций.
- 7) расчет настройки станка на размер.
- 8) расчет точности, производительности и экономической эффективности разработанных операций и маршрутного, маршрутно-операционного или операционного технологического процесса. Сопоставление результатов расчета с аналогичными действующими или перспективными технологическими процессами.
- 9) составление технических заданий на проектирование нестандартных средств технологического оснащения и межоперационного транспорта.

14. Особенности разработки технологических процессов обработки деталей на автоматических линиях

Построение технологических процессов обработки деталей на автоматических линиях. Оценка технологических возможностей и области применения автоматических линий различных типов. Анализ технологичности конструкции обрабатываемых деталей и обработка конструкции на технологичность. Расчет темпа работы линии. Разработка технологического маршрута для составления технического задания на проектирование автоматической линии. Выбор метода получения заготовки и ее базовых поверхностей.

Установление комплекса переходов, выполняемых на линии. Разбивка комплекса переходов по станкам. Составление схемы обработки и ориентировочное определение количества станков и участков линии. Установление способа транспортирования заготовки с определением желаемого направления потока с учетом планировки цеха.

Дальнейшая подробная проработка технологического процесса в связи с разработкой технического и рабочего проектов линии.

Уточнение технологического маршрута и содержания операций. Технологическое обеспечение заданной производительности и точности обработки.

Точностной анализ разработанного технологического процесса. Расчет точности обработки с выявлением удельного значения отдельных факторов; корректировка наладок и режимов обработки. Установление требований к точности приспособлений, точности и жесткости станков, к точности настройки станков.

Особенности проектирования технологических процессов для групповых переналаживаемых автоматических линий и для комплексных линий, включающих заготовительные процессы, термическую и другие методы обработки, сборку, окончательный контроль и упаковку изделий.

Производительность и технико-экономические показатели работы автоматических линий.

15. Технология изготовления станин, рам, стоек (базовых деталей)

Служебное назначение и классификация базовых деталей. Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок базовых деталей. Методы повышения износостойкости направляющих. Принципы построения технологии изготовления базовых деталей. Естественное и искусственное старение. Принципы базирования станин и других базовых деталей, выбор баз на первой операции.

Черновая обработка базовых деталей. Способы обработки и их технологические возможности: строгание, повышение производительности за счет одновременного использования суппортов и полной длины хода стола, строгание широкими резцами; фрезерование цилиндрическими и торцовыми фрезами, высокопроизводительные способы фрезерования: одновременное фрезерование нескольких поверхностей, последовательное фрезерование нескольких заготовок; шлифование; протягивание. Технологическое оснащение: технологическое оборудование, технологическая оснастка, средства механизации и автоматизации вспомогательных переходов.

Чистовая обработка базовых деталей. Базирование. Способы обработки и их технологические возможности: строгание, строгание широкими резцами; фрезерование, обработка больших плоскостей торцовыми фрезерными головками и однозубыми фрезами (шабрающее фрезерование); протягивание; шлифование торцом и периферией круга. Технологическое оснащение. Пути снижения деформаций базовых деталей от собственного веса; правила расположения опор, применение дополнительных опор, вывешивание и пр. Обработка смазочных и крепежных отверстий.

Отделочная обработка направляющих. Базирование. Способы обработки: строгание, фрезерование, шлифование, доводка, шабрение. Технологическое оснащение.

Технический контроль базовых деталей: методы контроля и средства технологического оснащения.

16. Технология изготовления корпусных деталей

Служебное назначение и классификация корпусных деталей. Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Принципы построения технологических процессов изготовления корпусных деталей. Выбор технологических баз и типовые маршрутные технологические процессы изготовления корпусных деталей.

Способы обработки плоских поверхностей и их технологические возможности: строгание, фрезерование, параллельно-последовательный способ обработки заготовок на многоместных приспособлениях, маятниковое фрезерование, непрерывное фрезерование, протягивание, точение, шлифование. Технологическое оснащение.

Обработка основных отверстий: базирование заготовок, классификация отверстий. Способы обработки и их технологические возможности: по разметке, по разметке со взятием пробных стружек, по установочным валикам, кнопочный метод, метод координатной расточки, обработка на координатно-расточных станках, расточка по координатным шаблонам, расточка в жестких кондукторах и на агрегатных станках. Способы отделочной обработки основных отверстий: тонкое растачивание, внутреннее планетарное шлифование, хонингование, раскатывание, притирка, алмазное выглаживание. Технологическое оснащение.

Обработка корпусных деталей на станках с ЧПУ: специфика технологической подготовки, типовые технологические процессы, обработка на станках типа “обрабатывающий центр”. Групповая обработка корпусных деталей.

Особенности построения технологических процессов изготовления корпусных деталей в массовом производстве. Контроль корпусных деталей: методы контроля и средства технологического оснащения.

17. Технология изготовления рычагов, вилок и шатунов

Служебное назначение, технические условия и классификация деталей. Материалы и способы получения заготовок. Технология механической обработки рычагов, вилок и шатунов: принципы построения технологических процессов, базирование, технологическое оснащение. Концентрация операций и переходов. Групповая обработка.

Контроль рычагов, вилок и шатунов: методы контроля и средства технологического оснащения.

18. Технология изготовления валов

Служебное назначение и классификация валов. Технология изготовления ступенчатых валов. Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Принципы построения технологических процессов изготовления ступенчатых валов. Выбор технологических баз и типовые маршрутные технологические процессы изготовления ступенчатых валов.

Центрование заготовок и его влияние на точность изготовления вала.

Способы обработки наружных поверхностей вращения и их технологические возможности: точение; фрезерование; протягивание; шлифование: круглое наружное с подачей, врезанием, уступами, глубинное; бесцентровое шлифование; алмазное и эльборное шлифование; шлифование эластичными инструментами - лентами и кругами; наружное хонингование; суперфиниширование; полирование; обработка поверхностным пластическим деформированием накатыванием шариками и роликами, виброобкатывание, выглаживание твердосплавными, алмазными и эльборными инструментами; электрофизические и электрохимические методы обработки. Технологическое оснащение.

Способы получения и обработки шлиц и шпоночных канавок и их технологические возможности: фрезерование, шлицестроение, шлицепротягивание, холодное накатывание, шлицешлифование, шлицехонингование. Технологическое оснащение.

Способы нарезания резьбы и их технологические возможности: способы образования однозаходной и многозаходной резьбы резцами, гребенками, плашками, метчиками, резьбонарезными головками; “вихревое” нарезание резьбы; фрезерование резьбы дисковыми и цилиндрическими фрезами; накатывание резьбы плашками и роликами с поперечной и осевой подачами; шлифование резьбы дисковыми одноконтурными и многоконтурными кругами “по целому”; шлифование резьбы на бесцентровом шлифовальном станке; чистовое шлифование точных резьб дисковыми кругами. Технологическое оснащение.

Технология изготовления шпинделей. Служебное назначение, технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Особенности построения технологических процессов изготовления шпинделей; методы и средства обеспечения

заданной точности расположения наружных и внутренних поверхностей. Типовые маршрутные технологические процессы.

Способы обработки внутренних поверхностей шпинделей и их технологические возможности: сверление, глубокое сверление, зенкерование, развертывание, растачивание, шлифование и др. Технологическое оснащение.

Технология изготовления коленчатых валов. Служебное назначение, технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Типовые технологические процессы изготовления коленчатых валов при различной серийности производства: методы обработки, базирование, средства технологического оснащения, пути повышения производительности обработки и качества изделий. Балансировка коленчатых валов. Отделочная обработка шеек коленчатых валов: шлифование, хонингование, суперфиниширование, полирование. Методы повышения усталостной прочности коленчатых валов.

Технология изготовления ходовых винтов. Служебное назначение, технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Типовые технологические процессы изготовления ходовых винтов нормальной точности. Особенности изготовления прецизионных ходовых винтов. Особенности изготовления прецизионных ходовых винтов. Особенности изготовления составных ходовых винтов. Технологическое оснащение.

Особенности технологии изготовления валов в мелкосерийном и единичном производстве. Обработка валов на станках с ЧПУ. Требования к заготовкам. Технологические возможности станков с ЧПУ для обработки валов. Технологические операции обработки валов на токарных и шлифовальных станках с ЧПУ.

Особенности технологии изготовления валов в крупносерийном и массовом производстве. Обработка валов на автоматических линиях.

Контроль ступенчатых валов, шпинделей, коленчатых валов, ходовых винтов и других валов; методы контроля и средства технологического оснащения.

19. Технология изготовления деталей, имеющих фасонные поверхности

Служебное назначение и классификация деталей, имеющих фасонные поверхности (кулачки, турбинные лопатки и др.). Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок. Принципы построения технологических процессов изготовления кулачков и турбинных лопаток. Выбор технологических баз и типовые маршрутные технологические процессы изготовления кулачков и турбинных лопаток.

Способы обработки фасонных поверхностей и их технологические возможности: обработка копированием и огибанием; обработка ступенчатых и плоскостных фасонных поверхностей на токарном, фрезерном, шлифовальном, строгальном и специальных станках по копиям и фасонным инструментом; обработка фасонных поверхностей на станках с ЧПУ. Отделочная обработка фасонных поверхностей ленточным шлифованием и полированием.

Контроль деталей, имеющих фасонные поверхности: методы контроля и средства технологического оснащения.

20. Технология изготовления деталей зубчатых передач

Служебное назначение и классификация зубчатых колес. Технические условия и нормы точности. Материалы и способы получения заготовок.

Технология изготовления цилиндрических и конических зубчатых колес. Выбор технологических баз и типовые маршрутные технологические процессы изготовления цилиндрических и конических зубчатых колес. Выбор технологических баз и типовые маршрутные технологические процессы изготовления цилиндрических и конических зубчатых колес при различной серийности производства. Способы обработки отверстий в заготовках и их технологические возможности: обработка отверстий сверлением в сплошном материале и рассверливанием в предварительно отлитых или прошитых отверстиях; погрешности обработки и способы их уменьшения; зенкерование, развертывание и протягивание отверстий; растачивание отверстий резцом при вращающейся заготовке и при вращающейся точной оправке; тонкое (алмазное) растачивание; шлифование отверстий при вращающейся и неподвижной заготовке; особенности шлифования отверстий малого диаметра; хонингование и доводка отверстий; обработка поверхностным пластическим деформированием - раскатывание шариками и роликами, прошивание отверстий шариками и дорнование, выглаживание; электрофизические и электрохимические методы обработки отверстий. Технологическое оснащение.

Способы образования зубьев цилиндрических зубчатых колес: обработка методом копирования - фрезерование зубьев модульной и фасонной концевой фрезой, протягивание зубьев кругодиагональной протяжкой, шлифование профильным кругом; обработка методом обкатки - фрезерование червячными фрезами с осевой, тангенциальной и радиальной подачами, встречное и попутное зубофрезерование однозаходными и многозаходными червячными фрезами, зубострогание долбьями и гребенками, зуботочение. Способы образования зубьев конических зубчатых колес и их технологические возможности: обработка методом копирования - фрезерование модульными фрезами, протягивание; обработка методом обкатки - зубострогание двумя резцами, зубофрезерование двумя коническими дисковыми фрезами. Накатка зубьев цилиндрических зубчатых колес в холодном и горячем состоянии. Технология отделочной обработки зубьев шевингованием, шлифованием, хонингованием, притиркой и другими способами. Зубозакругление. Технологическое оснащение.

Технология изготовления червячных колес. Типовые маршрутные технологические процессы изготовления червячных колес. Способы образования зубьев. Технологическое оснащение.

Технология изготовления червяков. Типовые маршрутные технологические процессы. Способы образования и обработки винтовых поверхностей червяков и их технологические возможности: резцом с прямолинейным прямым и обратным профилем, фрезерованием дисковой или червячной фрезой, шлифование; нарезание червяков круглым долбьяком; "вихревое" нарезание червяков; нарезание червяков одновременно двумя дисковыми фрезами; способы отделочной обработки: шлифование, обкатка роликами, притирка, приработка. Технологическое оснащение.

Контроль цилиндрических, конических и червячных зубчатых колес, и червяков: методы контроля и средства технологического оснащения.

21. Основные направления дальнейшего развития технологии машиностроения. Общие подходы к автоматизации технологических процессов изготовления деталей

Развитие машиностроения в направлении повышения производительности и экономичности производства, повышения качества продукции, улучшения условий и облегчения труда человека.

Создание высокопрочных, жаропрочных и долговечных материалов; совершенствование технологии заготовительных операций с целью приближения формы и размеров заготовок к форме и размерам готовой детали, уменьшения объема механической обработки и отходов материалов применение синтетических материалов и металлокерамики.

Развитие технологии высокоточной абразивно-алмазно-эльборной обработки, электрофизических и электрохимических методов обработки труднообрабатываемых материалов.

Развитие автоматизации и совершенствование технологических процессов сборки машин и механической обработки резанием их деталей. Оптимизация построения технологических операций и процессов. Широкое применение адаптивного управления технологическим оборудованием, создание автоматических линий, участков и цехов с программным управлением, управляемых ЭВМ.

Автоматизация проектирования технологических процессов. Автоматизированная система проектирования технологических процессов как составная часть автоматизированной системы технической подготовки производства.

Комплексная автоматизация производства и создание автоматизированных производств, объединяющих в общей интегрированной производственной системе станки с ЧПУ, обрабатывающие центры, сборочные автоматы, контролирующие и транспортирующие устройства, роботы-манипуляторы и автоматизированное складское хозяйство.

2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена

1. Изделия, детали, узлы, группы, подузлы, подгруппы и другие сборочные единицы, служебное назначение изделий.
2. Шероховатость поверхности и ее параметры.
3. Служебное назначение и классификация базовых деталей.
4. Теоретические основы определения положения твердого тела в пространстве.
5. Критерии экономичности технологических процессов.
6. Принципы построения технологических процессов изготовления корпусных деталей.
7. Виды технологических размерных цепей (Р.Ц.). Методика построения технологических Р.Ц.
8. Технологические методы снижения себестоимости изделий.
9. Технология изготовления рычагов
10. Показатели точности деталей.
11. Организационные формы сборки изделий.

12. Влияние колебания физико-механических свойств материала на силы резания и на точность обработки.
13. Методика расчета производственных погрешностей при работе на настроенных станках, правила суммирования частных погрешностей.
14. Технологичность конструкции изделия как условие обеспечения высокой экономической эффективности технологических процессов.
15. Анализ исходной информации для проектирования технологического процесса изготовления детали.
16. Анализ размерных цепей объекта и условий собираемости.
17. Принципы построения технологии изготовления базовых деталей.
18. Способы обработки плоских поверхностей и их технологические возможности
19. Базирование и базы.
20. Основные этапы проектирования единичного технологического процесса.
21. Сборка зубчатых и червячных передач.
22. Классификация технологических процессов (по ЕСТПП)
23. Особенности разработки технологических процессов обработки деталей на автоматических линиях
24. Способы обработки отверстий.
25. Общие подходы к автоматизации технологических процессов изготовления деталей
26. Технология изготовления валов
27. Разработка контрольных операций
28. Анализ исходной информации для проектирования технологического процесса изготовления детали
29. Технология изготовления деталей, имеющих фасонные поверхности
30. Типы производств и их технологическая характеристика.
31. Технология изготовления зубчатых колес
32. Производительность и технико-экономические показатели работы автоматических линий.
33. Технологическая наследственность.
34. Трудоемкость и станкоемкость.
35. Технология изготовления вилок и шатунов
36. Основы выбора технологических и измерительных баз.
37. Виды технологических размерных цепей (Р.Ц.).
38. Технология изготовления втулок
39. Вибрации и их влияние на величину погрешности обработки
40. Расчетно-аналитический метод анализа погрешностей.
41. Жесткость технологической системы
42. Технология изготовления станин, рам
43. Статистический метод анализа погрешностей.
44. Методы базирования приспособлений и режущего инструмента на станках
45. Технология изготовления вилок.
46. Тепловые деформации технологической системы.
47. Элементы технологической операции
48. Методика расчета технологических Р.Ц. методами пригонки и регулирования.
49. Технологические методы снижения себестоимости изделий
50. Погрешности обработки, вызываемые износом режущего инструмента

51. Назначение способов и режимов механической обработки резанием.
52. Задача оптимизации технологических процессов.
53. Методика расчета технологических Р.Ц. методами полной взаимозаменяемости.
54. колебания физико-механических свойств материала и припуска на точность обработки
55. Последовательность проектирования технологического процесса изготовления детали
56. Остаточные напряжения и их влияние на качество обработанных деталей
57. Методика расчета технологических Р.Ц. методами неполной и групповой взаимозаменяемости.
58. Особенности проектирования технологических процессов ремонтного производства
59. Производственные погрешности.
60. Методика определения экономической эффективности технологических процессов обработки заготовок

2.5. Критерии оценки теоретического экзамена

Оценка знаний поступающего в аспирантуру производится по сто бальной шкале.

100 баллов выставляется экзаменационной комиссией за обстоятельный и обоснованный ответ на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий в аспирантуру в процессе ответа на вопросы экзаменационного билета правильно определяет основные понятия, свободно ориентируется в теоретическом и практическом материале по предложенной тематике.

75 баллов выставляется поступающему в аспирантуру за правильные и достаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета, которые не содержат грубых ошибок и неточностей в трактовке основных понятий и категорий, но в процессе ответа возникли определенные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

50 баллов выставляется поступающему в аспирантуру при недостаточно полном и обоснованном ответе на вопросы экзаменационного билета и при возникновении серьезных затруднений при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

0 баллов выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа на вопросы экзаменационного билета теоретических и практических знаний.

2.6. Список рекомендуемой литературы

1. Козарь И.И., Жуков Э.Л., и др. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 1 Основы технологии машиностроения. Издание 3 Учеб. пособ. для вузов.- М.: Высш. шк., 2008.
2. Козарь И.И., Жуков Э.Л., и др. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2 Основы технологии машиностроения. Издание 3, Учеб. пособ. для вузов.- М.: Высш. шк., 2008.
3. Жуков Э. Л., Козарь И. И., Мурашкин С. Л., Соловейчик А. М. Технологическое обеспечение точности механической обработки С-Пб: СПбГПУ. 2010 г.
4. С. Л. Мурашкин, И. А. Четвериков Современные технологии изготовления деталей на станках с ЧПУ Учебное пособие. - С-Пб: СПбГПУ. 2010 г.
5. Жуков Э.Л., Козарь И.И., Мурашкин С.Л., Соловейчик А.М. Колебания и устойчивость технологических систем Учебное пособие. - С-Пб: СПбГПУ. 2010 г.

6. С.А.Любомудров, С.Н.Степанов, С.Б.Тарасов. Метрологическое обеспечение производства. Учебное пособие. - С-Пб: СПбГПУ. 2009 г.
7. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 2002.
8. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 2005.- 736 с.
9. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. М.:Машиностроение, 2002.- 684 с.
10. Соломенцев Ю.М. Технологические основы гибких производственных систем: М.:Высшая школа, 2000.- 255с
11. Машиностроение. Энциклопедия. Т. III-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.
12. Машиностроение. Энциклопедия. Т. III-4: Сборка машин /Ю.М. Соломенцев., А.А. Гусев и др.; Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Машиностроение, 2000.
13. Справочник технолога-машиностроителя; В 2 т. /Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2001.
14. 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.
15. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. М.: Машиностроение, 2000.
16. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. М.: Машиностроение, 2001.

Приложение

Сведения об достижениях портфолио кандидата для поступления по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СПбПУ

(Ф.И.О. кандидата для поступления в аспирантуру)			
(научная специальность)			
№ п/п	Научные (научно-исследовательские) достижения	Количество баллов за каждое достижение	Рейтинговая оценка показателя, общий балл
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе), в журналах перечня ВАК и приравненных к ним журналах, по категориям:		
	категория К1;	25	
	категория К2;	15	
	категория К3.	10	
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	3	
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует научной специальности, по которой участвует поступающий, и в которых он являлся:		
	руководителем	10	
	исполнителем	5	
3.	Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности, тематика которых соответствует научной специальности в конкурсе, по которому участвует поступающий:		
	– патент на изобретение;	10	
	– патент на полезную модель;	7	
	– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;	5	
	– свидетельство о государственной регистрации базы данных;	5	
	– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.	5	

4.	Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций (изданиях типа Conference series и(или) Proceedings), проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:		
	за конференцию, индексируемую в международных базах данных	5	
	за конференцию, индексируемую в российских базах данных	3	
5.	Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающих успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру.	3	
6.	Выписка из протокола ГЭК по защите выпускной квалификационной работы магистра(специалиста) с рекомендацией к продолжению обучения в аспирантуре	5	

Кандидат в аспирантуру

(подпись)

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

(подпись)

(Ф.И.О).

Руководитель образовательных программ
по аспирантуре института

(подпись)

(Ф.И.О).