



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖИ РЕСПУБЛИКИ
КРЫМ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ «КРЫМСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ФЕВЗИ ЯКУБОВА»**



«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной и
инновационной деятельности
Г.П. Гордиенко
2023 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания по научной специальности
«2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической
обработки»**

**основной профессиональной образовательной программы высшего
образования - программы подготовки научных и научно-педагогических
кадров в аспирантуре**


Симферополь – 2023

Программа вступительного испытания по специальности «2.5.5
Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»
основной профессиональной образовательной программы высшего образования
– программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в
аспирантуре разработана: канд. техн. наук, доц. Джемилев Э.Ш.

Программа утверждена на заседании кафедры «Технология
машиностроения»

Протокол № 2 от 18.09.2023 г.

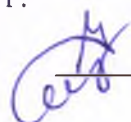
Зав. кафедрой ТМ

 / Джемилев Э.Ш./

Утверждена на заседании Ученого совета инженерно-технологического
факультета

Протокол № 2 от 24.10.2023 г.

Секретарь Ученого совета ИТФ

 / Умеров Э.Д./

Пояснительная записка

Вступительные испытания по технологии и оборудованию механической и физико-технической обработки является обязательным при поступлении в аспирантуру.

Программа вступительного испытания включает важнейшие следующие разделы: основы технологии машиностроения; основы проектирования технологических процессов; типовые технологические процессы изготовления деталей машин; системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП); гибкое автоматизированное производство (ГАП); проектирование технологической оснастки; проектирование механосборочных цехов; надежность и работоспособность изделий машиностроения; математическое моделирование процессов в машиностроении.

Форма проведения вступительного испытания - устная.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобалльной шкале.

Вступительное испытание ориентировано на оценку уровня знаний, соответствующих результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы магистратуры (специалитета) согласно требованиям ФГОС ВО.)

Цель и задачи вступительного испытания

Целью вступительного испытания по специальной дисциплине является выявление знаний поступающих в аспирантуру по выбранному профилю на инженерном уровне.

Задачи вступительного испытания:

1. Оценить уровень понимания, теоретической и практической готовности абитуриента к применению научных положений в области технологии и оборудовании механической и физико-технической обработки.

2. Выявить степень сформированности умения анализировать результаты механической и физико-технической обработки исследований.

3. Определить степень сформированности профессиональных компетенций в технической области.

Требования к уровню подготовки поступающего

Поступающий в аспирантуру должен:

знать:

– современные тенденции развития методов, средств и систем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств;

– основные свойства исходных материалов, обуславливающих качество технологических процессов и изделий машиностроения; влияния свойств материалов на ресурсосбережение и надежность технологических процессов, средств технологического оснащения и автоматизации;

– способы реализации основных технологических процессов получения изделий машиностроения;

– прогрессивные методы эксплуатации средств технологического оснащения, автоматизации и управления производством при изготовлении изделий машиностроения;

уметь:

– систематизировать, расширять и закреплять теоретические знания и применять их для решения конкретных технологических, организационных и социально-экономических и научных задач;

– приобретать опыт и развивать навыки ведения самостоятельной работы;

владеть:

– современными методами проектирования технологических процессов оборудования, инструмента, других средств технологического оснащения, автоматизации с использованием компьютерной и техники;

– методами рационального выбора оборудования, инструмента, других средств технологического оснащения для производства изделий машиностроения;

– методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования, инструмента;

– методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-механических свойств используемых материалов и готовых изделий; – методами проведения производственных испытаний средств технологического оснащения и автоматизации производства и готовых изделий машиностроения.

Содержание программы

1. Основы технологии машиностроения.

Машина как объект производства. Показатели качества машины. Технологические способы обеспечения точности, повышения качества и снижения себестоимости машин. Производственный и технологический процессы, их структура. Влияние типа производства на построение технологического процесса. Трудоемкость, станкоемкость. Цикл производства. Технологические пути повышения экономичности производства. Показатели точности деталей. Погрешности обработки и их причины. Случайные и систематические погрешности. Закономерности распределения погрешностей. (Т4Х Погрешности, возникающие в результате деформаций от сил резания. Жесткость и податливость технологической системы, влияние изменения силы резания и податливости системы на возникновение погрешностей. Меры по уменьшению погрешностей от деформаций системы. Погрешности, возникающие от геометрической неточности элементов технологической системы: станка, приспособления, инструмента, заготовки. Влияние износа элементов системы на точность детали. Температурные деформации и деформации от внутренних напряжений в технологической системе и в заготовке. Меры по уменьшению погрешностей от деформации. Погрешность установки заготовок на станок. Структура погрешности, причины возникновения, основы расчета, пути сокращения погрешности. Погрешности настройки инструмента на размер. Настройка по пробным проходам. Статическая и динамическая настройки. Основы расчета настроечного размера. Статистические методы анализа погрешностей. Кривые распределения случайных величин. Методы точечных диаграмм. Их параметры, связь с допуском, прогнозирование

брака, регламентация поднастроек. Расчетно-аналитический метод анализа погрешностей. Расчет первичных погрешностей, суммирование погрешностей. Структура суммарной погрешности в зависимости от способа обеспечения точности: по пробным проходам, при автоматическом получении размеров. Анализ погрешностей с помощью размерных цепей. Технологические приемы для получения кратчайших размерных цепей. Использование графов для анализа взаимосвязи размеров и поворотов поверхностей. Базирование и базы. Классификация баз. Теоретические положения базирования. Теоретическая схема установки, обозначение баз и установочных элементов в технологической документации. Способы базирования и установки деталей различных классов, при обработке на станках основных групп. Принципы постоянства и единства баз. Смена баз. Выбор баз на первой и последующих операциях. Минимизация выбора баз. Качество поверхностного слоя деталей машин. Параметры качества поверхностного слоя, их характеристика. Влияние методов и режимов механической обработки на шероховатость поверхности. Влияние шероховатости на эксплуатационные свойства деталей. Физико-механические свойства поверхностного слоя. Структура, наклеп, остаточные напряжения. Влияние физико-механических свойств поверхностного слоя на эксплуатационные свойства деталей машин. Технологические способы обеспечения заданных параметров поверхностного слоя.

2. Основы проектирования технологических процессов.

Способы получения заготовок методами литейной технологии. Достоинства, недостатки. Качество получаемых отливок, производительность процессов. Способы получения заготовок методами пластического деформирования. Достоинства и недостатки способов. Точность и качество заготовок. Производительность процессов. Общая методика и последовательность проектирования технологического процесса обработки заготовок. Исходные данные для проектирования технологического процесса. Принципы проектирования. Виды оптимизации. Типы техпроцессов по условиям разработки, объему. Технологичность конструкций деталей машин. Стадии отработки конструкции на технологичность. Основные и дополнительные показатели технологичности. Требования технологичности к деталям, проходящим механическую обработку. Приведите пример. Принципы построения плана операций механической обработки. Технологическая сущность каждого из принципов. Определение маршрута обработки отдельных поверхностей. Достоинства малооперационного технологического процесса. Приведите пример. Размерные цепи. Основные понятия и определения. Структура размерной цепи. Действия, осуществляемые над размерными цепями. Способы задания размерных цепей. Задачи, решаемые с помощью размерного анализа. Привести примеры. Определение припусков под обработку. Операционный и общий припуски. Структура припуска. Значение уменьшения величины припуска. Понятия производительности

машиностроительного производства. Роль повышения производительности в народном хозяйстве. Пути и методы повышения производительности. Структура штучного времени и пути повышения производительности на базе его составляющих. Технология получения заготовок методами порошковой металлургии. Достоинства и недостатки метода. Область применимости в машиностроении. Оборудование.

3. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин.

Основные принципы разработки типовой технологии механической обработки деталей класса валов и осей. Принципы базирования, последовательность обработки, обеспечение оборудованием и инструментом. Основные принципы разработки типовой технологии механической обработки деталей класса втулок. Базирование. Применяемое оборудование и инструмент. Типовая последовательность обработки. Методы обеспечения точности. Основные принципы разработки типовой технологии механической обработки деталей класса дисков. Особенности базирования. Применяемое оборудование и инструмент. Типовая последовательность обработки. Типовой технологический процесс механической обработки деталей класса рычагов и шатунов. Заготовки. Особенности базирования. Применяемое оборудование и инструмент. Особенности контроля точности изготовления. Типовой технологический процесс механической обработки деталей класса корпусов. Особенности базирования и разработка плана операций. Применяемое оборудование инструмент. Способы контроля точности корпусных деталей. Технология изготовления зубчатых колес в условиях серийного производства. Охарактеризуйте степени точности зубчатых колес и способы их достижения. Технология обработки деталей класса «крепежные детали (метизы)». Методы их контроля. Основы групповой технологии механической обработки. Условия ее использования в производстве. Технологические основы ее реализации. Технология сборки изделий в машиностроении. Методы обеспечения точности сборки, как они связаны с типом и организационной формой производства. Характеристики методов обеспечения точности сборки и особенности условий их реализации в производстве. Назначение технологических схем сборки изделия. Дайте характеристику базовой сборочной единицы. Классификация сборочных единиц. Электрохимические методы обработки осесимметричных деталей. Сущность ЭХО-обработки. Упрочнением отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Назначение. Методы исполнения. Достижимые технико-экономические результаты. Плазменная обработка заготовок. Технологические возможности и способы применения в машиностроительном производстве. Лазерная обработка заготовок. Принцип и способы применения лазерной технологии в машиностроении. Оборудование лазерной технологии. Методы удаления заусенцев, в том числе и в глубоких каналах корпусных деталей. Пояснить примерами. Выбор способов удаления и переработки стружки в цехе. Станки токарной группы. Классификация станков. Технологические возможности. Использование в различных типах

машиностроительного производства. Станки фрезерной группы. Классификация станков. Технологические возможности. Использование станков в различных видах машиностроительного производства. Зуборезные станки. Принципы зубонарезания, классификация станков. Технологические возможности станков. Использование станков при различной серийности производства. Шлифовальные станки. Классификация станков. Технологические возможности станков. Применение в различных условиях производства. Инструментальные материалы, применяемые для изготовления режущего инструмента. Быстрорежущие стали, твердые сплавы, металлокерамика. Виды инструментов, оснащаемые различными инструментальными материалами. Основное технологическое использование.

4. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).

Предпосылки создания САПР ТП. Состав и структура САПР ТП. Методология автоматизированного проектирования. Проектирование на основе типизации и путем синтеза. Информационное обеспечение САПР. Постоянная и переменная информация. Типовые решения. Табличные алгоритмы. Лингвистическое обеспечение САПР. Таблицы копировочных сведений. Формализованный технологический язык. Алгоритмизация проектирования. Решаемые задачи, укрупненная блок-схема проектирования. Пример САПР на основе типизации. Решаемые задачи. Представление сведений о детали. Алгоритмы проектирования технологии. Пример САПР на основе синтеза решений. Решаемые задачи. Представление сведений о детали. Алгоритмы проектирования. Оптимизация проектных решений. Значение оптимизации. Параметрическая и структурная оптимизация. Примеры.

5. Гибкое автоматизированное производство (ГАП).

Особенности современного машиностроительного производства и предпосылки ГАП. Объективная потребность и техническая основа создания ГАП. Принципы числового программного управления технологическими процессами и обеспечение технологической гибкости в автоматизированном производстве. Источник эффективности при применении оборудования с ЧПУ. Привести примеры. Основные этапы технологической подготовки производства деталей на станках с ЧПУ. Изменение характера ТПП. Сокращение затрат средств и сроков запуска в производство новых изделий. Области наиболее эффективного применения станков с ЧПУ (типы производства, номенклатура обрабатываемых деталей). Привести примеры. Цели создания гибких производственных систем (ГПС), организация их работы в безлюдном и малолюдном режимах. Источники повышения эффективности при работе технологического оборудования в составе ГПС. Виды подразделений ГАП. Структура и функционирование подразделения ГАП на примере ГАУ для обработки корпусных деталей в условиях мелкосерийного производства (по плакату). Основные системы обеспечения автоматизированной работы технологического оборудования в ГПС и их функции.

6. Проектирование технологической оснастки.

Системы технологической оснастки при обработке заготовок на станках. Выбор технологической оснастки. Проектирование установочных элементов приспособления для обработки втулок, Проектирование установочных элементов приспособления для обработки корпусных деталей. Точностной расчет приспособлений. Цель и методика выполнения. Использование результатов расчета. Привести пример. Силовой расчет приспособлений. Цель и методика выполнения. Использование результатов расчета» Привести пример.

7. Проектирование механосборочных цехов.

Состав проекта цеха и что является основой проекта. Состав производственного цеха и от чего он зависит. Что показывается на компоновочном плане и планировке цеха. Каким образом определяется тип производства в процессе проектирования цеха. Основные параметры цеха и их определение. Определение коэффициента загрузки оборудования и коэффициента использования оборудования. Определение потребной площади цеха.

8. Надежность и работоспособность изделий машиностроения.

Понятие надежности и долговечности изделий машиностроения. Физический и статистико-вероятностный смысл понятий. Отказ и неисправность. Срок службы, ресурс. Проблемы работоспособности машиностроительной продукции. Элемент и система. Факторы, определяющие надежность элементов и систем. Надежность, элемента работающего до первого отказа. Экспоненциальный закон распределения. Закон нормального распределения. Закон Вейбулла-Гнеденко. Коэффициент готовности. Определение надежности системы с основным и резервным соединением. Нагруженный резерв. Ненагруженный резерв. Масштаб резервирования. Скользящий резерв. Старение технических устройств (ТУ). Виды энергий, способствующих разрушению ТУ. Касание трущихся поверхностей. Критерии износа и методы их измерения. Виды испытаний. Обработка результатов и оценка испытаний на надежность. Доверительный интервал, доверительная вероятность. Организация и планирование испытаний. Методы форсирования испытаний. Физические основы упрочнения. Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием. Термические и химико-термические методы упрочнения. Нанесение защитно-декоративных покрытий. Стабильность технологического процесса. Организация службы надежности на промышленном предприятии. Аппроксимация информации о точности и надежности машиностроительной продукции. Линейная аппроксимация экспериментальных кривых. Аппроксимация усталостной кривой старения. Аппроксимация экспериментальной кривой с использованием первой и второй производных.

9. Математическое моделирование процессов в машиностроении.

Математическое моделирование в системе знаний инженера. Понятие математической модели и математического моделирования. Классификация математических моделей. Моделирование и обучение. Основные сведения о графах и их применении. Моделирование простой детали с помощью графа. Моделирование технологического маршрута механической обработки простой детали с помощью графа. Алгоритмы моделирования технологического маршрута механической обработки простой детали с помощью ЭВМ. Математическая модель конструкции узла в виде графа. Математическая модель схемы сборки в виде графа. Математическая модель технологического маршрута сборки в виде графа. Алгоритмы моделирования конструкции узла с помощью ЭВМ. Алгоритмы моделирования технологического маршрута сборки с помощью ЭВМ. Основные сведения о применении проблемно-ориентированного языка. Вывод конструкторско-технологического кода. Принципы кодирования чертежа детали. Принципы кодирования технологического маршрута механической обработки детали. Кодирование группы деталей и получение комплексной детали. Понятие детали-аналога. Программа для ЭВМ моделирования единичного технологического маршрута механической обработки. Основные сведения об аналитической геометрии и ее применении, класс решаемых задач. Переход от модели детали на основе поверхностей к модели на основе кромок для деталей типа тел вращения.

Вопросы для подготовки к вступительному испытанию:

1. Задачи теории резания металлов. Преимущества и недостатки механической обработки резанием по сравнению с другими методами.
2. Основные понятия процесса резания, его физические основы. Механика процесса резания, схемы стружкообразования, трение при резании, наростообразование. Методы и средства экспериментального исследования процесса резания.
3. Энергетический баланс обработки. Тепловые, электрические, магнитные и другие явления при резании. Средства снижения теплообразования при резании. Методы и задачи изучения физических явлений при резании.
4. Смазывающе-охлаждающие технологические средства и механизм их действия.
5. Связь режима обработки с качеством поверхностного слоя. Обрабатываемость конструкционных материалов резанием.
6. Влияние механической обработки на свойства поверхностного слоя.
7. Погрешности механической обработки деталей. Причины возникновения погрешностей. Специфические погрешности при механической обработке нежестких деталей.
8. Методы определения остаточных напряжений.
9. Стабилизация и снятие остаточных напряжений.

10. Сущность явления технологической наследственности. Методы описания механизма технологического наследования. Обеспечение точности и технологическая наследственность.

11. Роль и значение режущих инструментов в металлообработке.

12. Типовые задачи и этапы проектирования режущих инструментов. Способы проектирования. Функционально-структурная модель режущего инструмента.

13. Инструментальные материалы, их виды и область применения. Виды износа, критерии смены инструмента и способы повышения его стойкости.

14. Классификация методов получения глубоких профилей. Технологические особенности обработки без снятия стружки.

15. Технологические методы обработки глубоких отверстий. Их характеристика и область применения.

16. Технологическое оборудование, приспособления и инструменты для получения глубоких отверстий.

17. Понятие физико-химической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструментов в т.ч. механических, тепловых, электрических и химических в технологических средах и их комбинациях.

18. Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки (ротационное и вибрационное резание, ультразвуковая обработка, иглофрезерование). Нанотехнологические методы обработки.

19. Физико-химический механизм обработки как средство снятия с заготовки слоя материала в виде стружки (механическая обработка), продуктов анодного растворения (электромеханическая обработка), электроэрозионного разрушения (электроэрозионная обработка), а также плавление и испарение металла.

20. Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации, типажи и каталоги металлорежущих станков.

21. Особенности конструкций станков основных групп.

22. Образование поверхностей на обрабатываемых деталях. Классификация движений в станках. 23. Технология и физико-химические процессы удаления части начального объема материала заготовки при механической обработке, электромеханической, электроэрозионной и лазерной обработке и других методах формирования деталей.

24. Электропластическое деформирование как разновидность физико-технических методов обработки и его технологические возможности.

25. Упрочняющие методы термической обработки сталей.

26. Основные критерии работоспособности станков, производительность, начальная и с учетом температурных деформаций прочность, жесткость, износостойкость, устойчивость.

27. Статические упругие перемещения и их влияние на точность станков.

28. Динамическая система станка. Характеристики ее основных элементов (упругой системы, процесса резания, процесса трения, процессов в двигателях). Устойчивость движений рабочих органов станка и методы ее обеспечения.

29. САПР станков. Многокритериальная оптимизация в задачах проектирования станков. Формирование требований к основным системам станка.

30. Понятия о сквозном методе проектирования и изготовления изделий CAD-CAM/CAE. Параметрические твердотельные модели.

31. Направляющие прямолинейного и кругового движения. Конструирование и расчет направляющих смешанного трения, гидростатических, гидродинамических и качения.

32. Конструирование и расчет коробок скоростей и подач.

33. Шпиндельные узлы с подшипниками качения и скольжения, гидростатическими и гидродинамическими. Конструирование, расчет с учетом критерия жесткости элементов узла. Особенности конструирования высокоскоростных шпинделей.

34. Механизмы для осуществления прямолинейных движений, их виды, конструирование и расчет механизмов: винт-гайки скольжения и качения, зубчато-реечного, червячно-реечного и др. Механизмы для осуществления периодических движений. Механизмы для микроперемещений.

35. Цепные передачи как разновидность механизмов для передачи вращательного движения. Их характеристики и обеспечение эксплуатационных свойств при изготовлении.

36. Механизмы подачи. Механизмы фиксации. Механизмы автоматической смены инструментов. Магазины инструментов и заготовок (компоновки). Зажимные приспособления металлорежущих станков. Классификация, основные типы. Расчеты типовых приспособлений для станков различного технологического назначения.

37. Устройство и основные характеристики электродвигателей станков: конструкции двигателей постоянного и переменного тока. Типы быстродействующих двигателей, высокомоментные двигатели постоянного тока с постоянными магнитами, их достоинства; двигатели для вентильного привода; шаговые двигатели; линейные двигатели.

38. Механические характеристики двигателей: разгон, торможение и регулирование скорости.

39. Область применения гидравлического привода в станках, его преимущества и недостатки, основные требования, предъявляемые к гидроприводу станков.

40. Способы регулирования скорости в гидравлических приводах станков, принципиальные схемы, основные характеристики.

41. Классификация автоматизированных станков и станочных систем по различным признакам. Основные понятия теории автоматического управления. Линейные элементы автоматических систем и их характеристики. Типовые нелинейности автоматических систем, их влияние на устойчивость системы и методы линеаризации.

42. Классификация систем программного управления. Системы: контурные, позиционные, прямоугольные, универсальные. Системы управления многооперационными станками. Структура систем программного управления основных классов. Понятие об основных узлах устройств ЧПУ (интерполяторы, устройства управления приводом и др.). Области применения станков с программным управлением. Системы группового числового управления станками. Датчики перемещения в станках с ЧПУ.

43. Роботы и манипуляторы.

44. Основные принципы компоновки автоматических линий. Транспортные системы. Области применения автоматических линий. Гибкие автоматические линии. Определение. Принципы построения.

45. Основные понятия о ГП-модулях и ГПС. Требования к системам ЧПУ и ГП-модулям.

46. Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки, их место среди других методов размерной обработки материалов и общие вопросы построения станков. Принципы и схемы адаптивно-программного управления процессом обработки. Оптимальное регулирование режимов обработки.

47. Ультразвуковые станки, физические основы их работы, кинематика обрабатывающей системы, в т.ч. магнитострикционные и ультразвуковые преобразователи. Технологические характеристики размерной ультразвуковой обработки.

48. Установка станков на фундамент. Испытание станков на холостом ходу и при резании.

49. Диагностика станков, инструментов и механизмов смены и загрузки инструмента.

50. Особенности эксплуатации станочных автоматических линий. Особенности эксплуатации станков с ЧПУ и ГПС.

Критерии оценивания ответов на вступительном испытании

Максимальное количество баллов за каждое задание экзаменационного билета определяет экзаменационная комиссия по профилю аспирантуры с учетом суммы баллов за все задания экзаменационного билета – 100 баллов

Минимальный балл, подтверждающий успешное прохождение вступительного испытания – 41 балл.

Критерии	Баллы
Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Поступающий обнаруживает всестороннее систематическое и глубокое знание материала, способен творчески применять знание теории к решению задач профессионального характера. Делаются обоснованные выводы.	81 – 100
Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако, не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Материал излагается уверенно, допускаются отдельные погрешности и неточности при ответе.	61 - 80
Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе. Демонстрируются поверхностные знания дисциплины. Имеются затруднения с выводами. Допускаются существенные погрешности в ответе на вопросы вступительного испытания.	41 - 60
Обнаружены значительные пробелы в знаниях основного материала. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях. Поступающий демонстрирует незнание теории и практики материала.	0 - 40

• Минимальный балл, подтверждающий успешное прохождение вступительного испытания (далее минимальное количество баллов) – 41.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Научные основы технологии машиностроения / А. Г. Суслов, А. М. Дальский. - М. : Машиностроение, 2002, 684 с.

2. Информационная поддержка наукоемких изделий CALS-технологии / И. П. Норенков, П. К. Кузьмик. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002, 320 с.

3. Технология машиностроения : учеб. для вузов по специальности 151001 направления подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. А. Маталин. - 3-е изд., стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2015, 512 с.

4. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А. М. Дальского и др. - 5-е изд., испр. - М. : Машиностроение-1 : Машиностроение, 2 ISBN -6. - ISBN -0. Т. 1 / А. М. Дальский, А. Г. Суслов, А. Г. Косилова и дрс.

5. Математическое моделирование технологических процессов сборки и механической обработки изделий машиностроения: учеб. пособие для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. В. Кузьмин, А. Г. Схиртладзе. - М. : Высш. шк., 2008, 279 с.

6. САПР технологических процессов: учеб. для вузов по специальности "Технология машиностроения" направления подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. пр-в / А. И. Кондаков. - М. : Академия, 2007, 272 с.

7. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"; "Автоматизированные технологии и производства" / Е. З. Фельдштейн, М. А. Корниевич. - 3-е изд., доп. - М. ; Минск : Новое знание, 2008, 299 с.

8. Современные проблемы науки в области технологии машиностроения: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Д. Никифоров. - М. : Высш. шк., 2006, 391 с.

9. Технические средства автоматизации: учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" направления подгот. дипломир. специалистов "Автоматизированные технологии и производства" / М. Ю. Рачков ; Моск. гос. индустр. ун-т. - М. : Изд-во МГИУ, 2007, 180 с.

10. Технологическая оснастка: учеб. для вузов по специальности "Технология машиностроения" направления подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Г. Холодкова. - М. : Академия, 2008, 366 с.

11. Горохов, В. А. Проектирование технологической оснастки : учебник / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. – Старый Оскол : ТНТ, 2010. – 432 с.

12. Проектирование технологической оснастки: учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб. [и др.] : Лань, 2014, 224с.

13. Физика и оптимизация резания материалов / В. К. Старков. - М. : Машиностроение, 2009, 640 с.

14. Автоматизация машиностроения: учеб. для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Автоматизация и управление" / Н. М. Капустин, Н. П. Дьяконова, П. М. Кузнецов; Под ред. Н. М. Капустина. - М. : Высш. шк., 2004, 415 с

15. Проектирование автоматизированных участков и цехов: учеб. для машиностроит. специальностей вузов / В. П. Вороненко, В. А. Егоров, М. Г. Косов и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2003, 272 с.

16. Оптимизация технологических процессов и методов обработки: учеб. пособие для вузов по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / Ю. Н. Полянчиков, А. Г. Схиртладзе, А. Н. Воронцова; Волгогр. гос. техн. ун-т. - Волгоград : Политехник, 2Для вузов). Ч. 1 : Оптимизация маршрута обработки деталей, 2003, 60 с

17. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для вузов по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" и "Автоматизированные технологии и производства" / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе и др.; Под ред. Н. М. Капустина. - М. : Высш. шк., 2004, 415 с.

18. Проектирование машиностроительных заводов. Расчет технологических параметров механосборочного производства: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / А. Е. Адам. - М. : Высш. шк., 2004, 101 с.

19. Надежность и диагностика технологических систем: учеб. для вузов по специальности "Металлообрабатывающие станки и комплексы" направления подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. А. Синопальников, С. Н. Григорьев. - М. : Высш. шк., 2005, 342 с.

20. Проектирование гибких технологических систем с применением ЭВМ: учеб. пособие / О. В. Таратынов, В. В. Клепиков, Я. М. Ашкиназий ; Моск. гос. индустр. ун-т. - М. : Изд-во МГИУ, 2006, 116 с.

21. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учеб. пособие для вузов по специальности "Автоматизация технологических

процессов и производств (машиностроение)" и направления подгот. "Автоматизированные технологии и производства" / О. М. Соснин. - М. : Академия, 2007, 240 с.

22. Проектирование технологических схем и оснастки: учеб. пособие для вузов по специальности "Технология машиностроения" направления подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / Л. В. Лебедев [и др.]. - М. : Академия, 2009, 336 с.

23. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств: учеб. пособие для вузов по специальности "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. В. Михайлов, Д. А. Растоскуев, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол : ТНТ, 2010, 336 с.

24. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов: учеб. для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств": в 2 ч. / В. А. Горохов [и др.] ; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол : ТНТ, 2011, 496 с.

25. Ремонт технологических машин и оборудования: учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Г. Схиртладзе, В. А. Скрыбин, В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2009, 328 с.

26. Размерный анализ технологических процессов в автоматизированном производстве: учеб. пособие для вузов по специальности "Технология машиностроения", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" Изд 2./ В. О. Соколов [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2012, 220 с.

27. Размерный анализ в машиностроении: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С. Г. Емельянов [и др.] ; под общ. ред. С. Г. Емельянова. - Старый Оскол : ТНТ, 2012, 332 с.

28. Проектирование производственных систем в машиностроении: учеб. пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Г. Схиртладзе, В. П. Вороненко, В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2011, 432 с.

29. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)"... / А. А. Черепашков, Н. В. Носов. - Волгоград : Ин-Фолио, 2009, 640 с.

30. Высокие технологии размерной обработки в машиностроении: учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Д. Никифоров [и др.]. - М. : Высш. шк., 2007, 327 с.

31. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИПИ: учеб. пособие для вузов по специальности "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / А. Н. Ковшов [и др.]. - М. : Академия, 2007, 304 с.

32. Технология машиностроения: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и по направлению подгот. дипломир. специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств": В 2 кн. / Э. Л. Жуков, И. И. Козарь, С. Л. Мурашкин и др.; Под ред. С. Л. Мурашкина. - 2-е изд., доп. - М. : Высш. шк., 2003. Кн. 1 : Основы технологии машиностроения, 278 с