

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

**Институт технологий и инженерной механики
Кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

Могильная Е.П.

« 18 »

2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Технологии и оборудование механической и физико-технической
обработки**

Научная специальность 2.5.5 Технология и оборудование механической и
физико-технической обработки

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

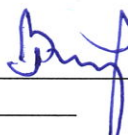
Рабочая программа учебной дисциплины «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» по научной специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. – 40 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

СОСТАВИТЕЛЬ:

д-р техн. наук, профессор кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга Витренко В.А.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга
«14» 04 2023 года, протокол № 9

Заведующий кафедрой технологии машиностроения
и инженерного консалтинга  Витренко В.А.
Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики
«18» 04 2023 года, протокол № 3

Председатель учебно-методической
комиссии института технологий
и инженерной механики  Ясуник С.Н.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» освоения дисциплины является ознакомление аспирантов с современным уровнем развития, основами теории и практики механической и физико-технических методов обработки.

Задачи: ознакомление аспирантов с теоретическими основами процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки; ознакомление аспирантов с методами экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки; ознакомление аспирантов с методами расчета и интенсификации процессов механической и физико-технической обработки, средствами их технологического оснащения; ознакомление аспирантов с практикой развития технологии механической и физико-технической обработки, акцентируя внимание на накопленный положительный опыт зарубежного и отечественного машиностроения.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» относится к блоку дисциплины (модули) учебного плана.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплины «История и философия науки» и служит основой для написания диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» обучаемый должен:

знать: методику построения и моделирования машин, технологических систем, технологического оснащения производства;

– методики решения нетиповых задач различных областей науки при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;

– законы, факты, характеризующие проблему (задачу);

– основные закономерности процесса обработки заготовок методами механической и физико-технической обработки для разработки технологий производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах с использованием кузнечных, прессовых, штамповочных и прокатных машин;

– методы построения математических моделей с применением современных прикладных программных средств при решении практических задач организации выбора технологий, средств технологического оснащения, технологического диагностирования и программных испытаний процессов механической и физико-технической обработки;

- методику оценки напряженного и деформированного состояния штампового инструмента для разработки способов увеличения его жесткости, прочности и стойкости;

уметь: оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, технологических систем, а также средств технологического оснащения производства;

- корректно формулировать и решать нетиповые задачи различных областей науки на различных этапах создания и эксплуатации новой техники;

- выдвигать новые идеи, новые закономерности;

- использовать основные закономерности процесса обработки заготовок методами механической и физико-технической обработки для разработки технологий производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах с использованием кузнечных, прессовых, штамповочных и прокатных машин;

- строить математические модели с применением современных прикладных программных средств при решении практических задач организации выбора технологий, средств технологического оснащения, технологического диагностирования и программных испытаний процессов механической и физико-технической обработки;

- производить оценку напряженного и деформированного состояния штампового инструмента для разработки способов увеличения его жесткости, прочности и стойкости;

владеть: навыками оценки новых решений в области построения и моделирования технологических систем, а также средств технологического оснащения производства;

- навыками формулировать и решать нетиповые задачи различных областей науки при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;

- способностью формировать и представлять научные гипотезы;

- методиками исследования и использования основных закономерностей процесса обработки заготовок методами механической и физико-технической обработки для разработки технологий производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах с использованием кузнечных, прессовых, штамповочных и прокатных машин;

- методикой построения математических моделей с применением современных прикладных программных средств при решении практических задач организации выбора технологий, средств технологического оснащения, технологического диагностирования и программных испытаний процессов механической и физико-технической обработки;

- методами оценки напряженного и деформированного состояния штампового инструмента для разработки способов увеличения его жесткости, прочности и стойкости.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)	
	Очная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины	144 (4,0 з.е.)	—
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:		—
Лекции	36	—
Семинарские занятия	-	—
Практические занятия	—	—
Лабораторные работы	-	—
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	—
Самостоятельная работа (всего)	108	—
Форма промежуточной аттестация	экзамен	—

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении.

Содержание специальности, проблемы стоящие перед технологией и оборудованием современного машиностроения. Основные задачи, решаемые механическими и физико-техническими методами, их удельный вес в общей трудоемкости изделий в машиностроении и направления развития. Обработка материалов резанием и физико-техническими методами – один из основных элементов технологии современного машиностроения. Фондообразующая роль станкостроения в машиностроительной отрасли. Значение станков для производства машин. Основные направления развития и важнейшие достижения станкостроения и инструментальной промышленности по показателям технического уровня. Современные тенденции и пути обеспечения конкурентоспособности станочного оборудования и инструментов. Международная динамика рынка станков и инструментов. Мировая структура развития станкостроения.

2 Обработка резанием

Задачи теории резания металлов. Преимущества и недостатки механической обработки резанием по сравнению с другими методами. Основные понятия процесса резания, его физические основы. Механика процесса резания, схемы стружкообразования, трение при резании, наростообразование. Методы и средства экспериментального исследования процесса резания. Энергетический баланс обработки. Тепловые, электрические, магнитные и другие явления при резании. Средства снижения теплообразования при резании. Методы и задачи изучения физических явлений при резании. Колебания при резании, их виды и принципы возникновения. Использование наложения вибраций на процесс обработки. Технологические среды и их действие. Обработка с ограниченным использованием СОЖ. Инструментальные материалы, их виды и области

применения. Виды износа, критерии смены инструмента и способы повышения его стойкости. Понятие о стойкости инструмента; типовая геометрическая картина износа рабочих поверхностей инструмента при механической обработке, его зависимость от вида обрабатываемого материала, операции, режимов резания; понятие о кривых износа инструментов и периоде стойкости. Критерии затупления инструмента; их назначение в зависимости от вида операции и типа инструмента. Технологические критерии затупления и понятие размерного износа различных видов инструмента. Физические основы изнашивания инструмента; понятие об абразивном, адгезионном, диффузионном и окислительных механизмах изнашивания. Общий механизм износа инструмента; интенсивность износа, его модели. 20 Оптимизация режима резания, ее методы и критерии. Физические и экономические требования к оптимизации, вытекающие из одно- и многоинструментальной обработки, одно- и многопроходной обработки, "безлюдной" технологии, концепции автоматических линий и ГПС. Применение ЭВМ для выбора оптимальных режимов резания. Связь режима обработки с качеством поверхностного слоя. Обрабатываемость конструкционных материалов резанием. Эксперименты в резании металлов, их особенности и требования к методике, средствам обеспечения эксперимента. Основные нерешенные вопросы в области теории резания. Основные методы (схемы) обработки. Сверхскоростное резание, комбинированные рабочие процессы. Требования к режущему инструменту, автоматические методы контроля его размера, состояния и настройки. Расчеты сил резания. Их методика.

3 Режущий инструмент

Роль и значение режущих инструментов в металлообработке. Типовые задачи и этапы проектирования режущих инструментов. Способы проектирования. Функционально-структурная модель режущего инструмента. Назначение конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента в соответствии с требованиями процесса резания. Особенности проектирования режущих инструментов для различных видов обработки. Методы крепления и базирования. Базирование и крепление режущих элементов сборных инструментов. Требования к конструкции крепежно-присоединительной (корпусной) части инструментов при скоростной и сверхскоростной обработке. Стандартизация и сертификация режущих инструментов. Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего инструмента. САПР режущего инструмента. Дополнительные требования к инструментам в крупносерийном и автоматизированном производстве: на агрегатных станках, автоматических линиях, на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГП-модулях. Настройка инструмента на размер на станке и вне станка. Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента. Входной контроль инструментов. Инструментальное обеспечение различных производств. Перспективы развития конструкций режущих инструментов.

4 Интенсификация процессов механической обработки

1 Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания. Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания, тонкого точения и растачивания, типовые конструкции инструмента, режимы резания, области применения. Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки – ротационное (бреющее) и вибрационное резание, в том числе ультразвуковое и иглофрезерование; нанотехнологические методы обработки. Комбинированные методы обработки резанием, совмещающее воздействие на материал снимаемого слоя нескольких физических и химических явлений. Резание в специальных технологических средах, с опережающим пластическим деформированием (ОПЛ), нагревом (терморезание), электромеханические методы лезвийного резания и химико-механические методы абразивной обработки. Перспективы развития комбинированных методов обработки резанием.

5 Физико-технические методы обработки

Понятие физико-химической обработки как метода изготовления детали путем снятия с заготовки слоя материала в результате всех возможных видов воздействия инструментов в том числе механических, тепловых, электрических и химических в технологических средах и их комбинациях. Физико-химический механизм обработки как средство снятия с заготовки слоя материала в виде стружки (механическая обработка), продуктов анодного растворения (электрохимическая обработка), электроэрозионного разрушения (электроэрозионная обработка), а также плавление и испарение металла (лазерная и электронно-лучевая обработка) и другие воздействия. Классификация существующих методов физико-химической обработки и теоретические предпосылки создания принципиально новых на основе использования совокупности известных физических, химических и других явлений. Понятие о классе обработки резанием (механическое, тепловое, электрическое, химическое, комбинированное), группе, характеризующейся определенными физико-химическим механизмом резания (например, плазменно-механическая обработка резанием) и методе конкретной реализации определенной обработки резанием (например, плазменно-механическая обработка твердосплавным инструментом).

6. Типы металлорежущих станков и их классификация

Классификация станков по технологическому назначению, точности, степени автоматизации, типажи и каталоги металлорежущих станков. Особенности конструкций станков основных групп. Методика формирования цены на станки с учетом их качества. Международная стандартизация и сертификация станков и их комплектующих. Конкурентоспособность металлорежущих станков.

7 Кинематика станков

Образование поверхностей на обрабатываемых деталях. Классификация движений в станках. Кинематическая структура станков с

механическими и немеханическими кинематическими связями. Сравнительный анализ кинематической структуры отдельных типов станков.

8 Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов

Технология и физико-химические процессы удаления части начального объема материала заготовки при механической обработке, электромеханической, электроэрозионной и лазерной обработке и других методах формирования деталей. Технологическая подготовка проектирования станков. Формирование требований к станку на основе анализа параметров обрабатываемых деталей. Особенности построения технологического процесса обработки на металлорежущих станках различных типов, в том числе станков для нанотехнологической обработки.

9 Основные этапы проектирования и расчетов станочного оборудования

Маркетинг с целью определения конкурентоспособности создаваемого станка по комплексу технико-экономических показателей. Основные критерии работоспособности станков, производительность, начальная и с учетом температурных деформаций прочность, жесткость, износостойкость, устойчивость. Надежность станков. Общие понятия. Надежность параметрическая и функциональная. Надежность в период нормальной эксплуатации и износных отказов. Резервирование. Составление технического задания на разработку станка на основе технологической подготовки проектирования. Определение основных конструктивных и технологических параметров. Методы формирования показателей и критериев оценки технического уровня станка по его выходным характеристикам. Формирование компоновочного решения и несущей системы станков. Определение конструктивных параметров. Разработка кинематической схемы, выбор принципа управления, контроля и диагностики. Статические упругие перемещения и их влияние на точность станков. 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. САПР станков. Многокритериальная оптимизация в задачах проектирования станков. Формирование требований к основным системам станка. Понятия о сквозном методе проектирования и изготовления изделий CAD–CAM–CAE. Параметрические твердотельные модели. Имитационное моделирование на GPSS как средство количественного анализа технологических систем. Разработка математических моделей конструкций и процессов, происходящих в станках. Использование систем Internet при проектировании станков. Методы оценки качества технологического оборудования на этапах проектирования и сборки.

10 Основные системы станка и их проектирование и расчет
Принципы конструирования мехатронных узлов. Основные преимущества их использования в станках. Направляющие прямолинейного и кругового движения. Конструирование и расчет направляющих смешанного трения,

гидростатических, гидродинамических и качения. Конструирование и расчет коробок скоростей и подач. Шпиндельные узлы с подшипниками качения и скольжения, гидростатическими и гидродинамическими. Конструирование, расчет с учетом критерия жесткости элементов узла. Особенности конструирования высокоскоростных шпинделей. 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. 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. Экспериментальные исследования металлорежущих станков, методики проведения и обработки результатов.

11 Электрооборудование станков

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. Механические характеристики двигателей: разгон, торможение и регулирование скорости. Системы регулируемого электропривода станков. Тенденции развития конструкций электродвигателей станков. Построение электроприводов на базе микропроцессоров и микроЭВМ. Переходные процессы в электроприводах станков: динамические режимы работы привода (основные показатели); уравнение движения электропривода. Расчет мощности электродвигателей станков: при длительной работе; при повторно-кратковременной работе. Аппаратура и схема электрического управления металлорежущими станками.

12 Гидравлический привод станков

Область применения гидравлического привода в станках, его преимущества и недостатки, основные требования, предъявляемые к гидроприводу станков. Способы регулирования скорости в гидравлических приводах станков, принципиальные схемы, основные характеристики. Схемы и конструкции основных элементов гидропривода: насосы и гидромоторы; цилиндры; контрольно-регулирующая аппаратура; распределительная аппаратура; фильтры. Гидравлические следящие приводы. Область применения в станках, основные схемы, точность и устойчивость приводов. Электрогидравлические приводы станков с ЧПУ: следящие золотники; гидроусилители крутящего момента; насосные установки. Динамика гидропривода. Устойчивость движения рабочих органов станков с гидроприводом. Вибрация в гидросистемах, устойчивость контуров системы.

13 Автоматизация станков. Программное управление станками. Автоматические станочные системы.

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. Системы управления циклом. Принцип построения циклограмм. Структурные схемы кулачковых автоматов. Область применения. Преимущества и недостатки. Копировальные следящие системы. Индуктивные и фотокопировальные системы. Области применения копировальных станков. Преимущества и недостатки. 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. Процесс программирования. Программоносители и устройства для ввода программы. Автоматизация процесса резания. Адаптивные системы. Приборы контроля точности изготовления деталей на станке и подналадка станка. Роботы и манипуляторы. Основные принципы компоновки автоматических линий. Транспортные системы. Области применения автоматических линий. Гибкие автоматические линии. Определение. Принципы построения. Основные понятия о ГП-модулях и гибких производственных системах (ГПС). Требования к системам ЧПУ и ГП-модулям. Гибкие автоматизированные производственные системы (ГПС). Основные понятия. Область применения. Стратегии создания автоматических заводов (АЗ). Моделирование станочных систем.

14 Особенности станков для физико-технических методов обработки

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. Электроэрозионные станки, их разновидности, физические схемы и технологические возможности. Прецизионные методы изготовления деталей. Типовые узлы станков для электроэрозионной обработки, генераторы импульсов энергии, виды электродов, системы автоматического регулирования. Взаимосвязь элементарных единичных и реальных массовых процессов электроэрозионной обработки. Физические модели реального процесса при массовом воздействии разрядов. Рабочие жидкости, влияние их свойств на выходные показатели процесса. Автоматизация электроэрозионных копировально-прошивочных и вырезных станков. Средства и устройства автоматизации. Станки-модули. Устройства, сообщающие орбитальные движения электроду-инструменту. Ультразвуковые станки, физические

основы их работы, кинематика обрабатывающей системы, в том числе магнитострикционные и ультразвуковые преобразователи. Технологические характеристики размерной ультразвуковой обработки. Станки для отделочных методов электрофизической обработки, электрополирование, методы достижения точности и качества поверхностного слоя деталей. Станки для обработки электрохимическими методами. Основные виды электрохимической обработки: непрерывная, импульсная, циклическая. Выбор их оптимальной последовательности и параметров, закономерности анодного растворения, электролиты, конструкции катодов. Установки для электрохимической обработки типовых деталей. Средства интенсификации процесса обработки. Автоматизация электрохимического оборудования. Станки для лучевых методов обработки: электронно-лучевая обработка и лазерная обработка, принципы действия и физические схемы, установки, области применения. Основные положения экономики; физические схемы, применение в изделиях приборостроения. Станки для обработки комбинированными методами, их классификация. Станки для обработки электроконтактными и анодно-механическими методами; физические схемы, технологические установки, области применения.

15 Эксплуатация станков и станочных систем

Установка станков на фундамент. Испытание станков на холостом ходу и при резании. Диагностика станков, инструментов и механизмов смены и загрузки инструмента. Особенности эксплуатации станочных автоматических линий. Особенности эксплуатации станков с ЧПУ и ГПС. Техническое обслуживание и ремонт. Проблемы модернизации станков.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении.	2	—
2	Обработка резанием	2	—
3	Режущий инструмент	2	—
4	Интенсификация процессов механической обработки	4	—
5	Физико-технические методы обработки	4	—
6	Типы металлорежущих станков и их классификация	2	—
7	Кинематика станков	2	—
8	Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов	2	—
9	Основные этапы проектирования и расчетов станочного оборудования	3	—
10	Основные системы станка и их проектирование и расчет	2	—

11	Электрооборудование станков	2	–
12	Гидравлический привод станков	2	–
13	Автоматизация станков. Программное управление станками. Автоматические станочные системы.	3	–
14	Особенности станков для физико-технических методов обработки	2	–
15	Эксплуатация станков и станочных систем	2	–
Итого:		36	–

4.4. Практические (семинарские) занятия

Не предусмотрены учебным планом

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа

№ п/п	Название темы	Вид СР	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	8	
2	Обработка резанием		7	
3	Режущий инструмент		7	
4	Интенсификация процессов механической обработки		7	
5	Физико-технические методы обработки		8	
6	Типы металлорежущих станков и их классификация	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	7	
7	Кинематика станков		7	
8	Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов		7	
9	Основные этапы проектирования и расчетов станочного оборудования		8	
10	Основные системы станка и их проектирование и расчет		7	
11	Электрооборудование станков		7	
12	Гидравлический привод станков		7	
13	Автоматизация станков.		7	

	Программное управление станками. Автоматические станочные системы.			
14	Особенности станков для физико-технических методов обработки		7	
15	Эксплуатация станков и станочных систем		7	
Итого:			108	

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства обучающихся, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности обучающихся и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед обучающимся познавательных задач, разрешение которых позволяет активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);
- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности обучающихся, их реализацию и развитие;
- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности обучающихся (используются активные и интерактивные методы обучения).

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими лекционные и практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений);
- программа-минимум кандидатского экзамена по научной специальности.

Фонды оценочных средств, включающие контрольные вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену, темы рефератов; и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации

обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с Положением о фонде оценочных средств и Порядком подготовки и проведения кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку, специальной дисциплине.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме кандидатского экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и защиту реферата).

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания экзамена	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

7.1. Основная литература

Кабалдин Ю.Г., Выбор состава и структуры износостойких наноструктурных покрытий для твердосплавного режущего инструмента на основе квантово-механического моделирования. : учебное пособие для вузов / Ю.Г. Кабалдин, О.В. Кретинин, Д.А. Шатагин, Е.Е. Власов - М.: Машиностроение, 2017. - 216 с. - ISBN 978-5-9500364-6-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785950036460.html>

Кожевников Д.В., Режущий инструмент / Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г. - М.:

Машиностроение, 2014. - 520 с. - ISBN 978-5-94275-713-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942757137.html>

Суслова А.Г., Технология и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием. В 2-х томах. / Под общ. ред. А.Г. Суслова - М.: Машиностроение, 2014. - 480 с. - ISBN 978-5-94275-710-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942757106.html>

Григорьянц А.Г., Технологические процессы лазерной обработки : Учеб. пособие для вузов / Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 664 с. - ISBN 5-7038-2701-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5703827019.html>

7.2. Дополнительная литература

Григорьев С.Н., Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : справочник / Григорьев С.Н., Кохомский М.В., Маслов А.Р.; Под общ. ред. А.Р. Маслова. - М.: Машиностроение, 2006. - 544 с. (Б-ка инструментальщика.) - ISBN 5-217-03363-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5217033630.html>

Аверченков В.И., Основы математического моделирования технических систем / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец - М.: ФЛИНТА, 2016. - 271 с. - ISBN 978-5-9765-1278-8 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976512788.html>

Кондаков А.И., Выбор заготовок в машиностроении: справочник / Кондаков А.И., Васильев А.С. - М.: Машиностроение, 2007. - 560 с. - ISBN 978-5-217-03382-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217033829.html>

Бутуревич И.Х., Гончаров Б.Ф. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки. – Ленинград: ЛПИ, 1980. — 73с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/buturevich-i-h-goncharov-b-f-elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-razmernoy-obrabotki_5d5043f6dc4.html

Бирюков Б.Н. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки. – М.: Машиностроение, 1981. - 128 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/biryukov-b-n-elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-razmernoy-obrabotki_70a234902dd.html

Хейфец М.Л. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Учебно-методический комплекс для студентов машиностроительных специальностей / М.Л. Хейфец, Л.М. Акулович, Е.З. Зевелева. – Новополюк: Пгу, 2006. – 172 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: <https://www.studmed.ru/heyfec-m-l-i-dr->

[elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-obrabotki-materialov_9d2c65c5480.html](https://www.studmed.ru/artamonov-ba-i-dr-elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-obrabotki-materialov-v-2-h-t-tom-1-f411baaa4a7.html)

Артамонов Б.А. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов (в 2-х т.) Том 1. Учеб. пособие (в 2-х томах). Обработка материалов с применением инструмента/ Под ред. В. П. Смоленцева. – М.: Высш. шк., 1983. –247 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: [https://www.studmed.ru/artamonov-ba-i-dr-elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-obrabotki-materialov-v-2-h-t-tom-1_f411baaa4a7.html](https://www.studmed.ru/artamonov-ba-i-dr-elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-obrabotki-materialov-v-2-h-t-tom-1-f411baaa4a7.html)

Баранчиков В.И. и др. Справочник конструктора-инструментальщика. М.: Машиностроение, 1994 – 560с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/baranchikov-vi-spravochnik-konstruktora-instrumentalschika_091b0f61c7e.html

Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1986. - 192 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/vereschaka-a-s-tretyakov-i-p-rezhushchie-instrumenty-s-iznosostoykimi-pokrytiyami_b48deab18d7.html

Пуховский Е.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства. Учеб. пособие. — К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. — 240 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/puhovskiy-e-s-tehnologicheskie-osnovy-gibkogo-avtomatizirovannogo-proizvodstva_fd63fd6b58f.html

Лосев В.Ф., Морозова Е.Ю., Ципилев В.П. Физические основы лазерной обработки материалов. Учебное пособие. - Томск, ТПУ, 2011. - 199 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: <https://www.studmed.ru/losev-v-f-morozova-e-yu-cipilev-v-p-fizicheskie-osnovy-lazernoy-obrabotki-materialovc9f8f9af3aa.html>

Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. Учебное пособие. - Санкт-Петербург, СПбГУ, 2013. - 221 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/zlenko-m-a-popovich-a-a-mutyлина-i-n-additivnye-tehnologii-v-mashinostroenii_5652618c38c.html

7.3. Интернет-ресурсы

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8

		http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Фонды оценочных средств по дисциплине «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки»

Вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений)

1. Элементы режима резания при сверлении и строгании.
2. Приборы для измерения сил резания.
3. Элементы режима резания при фрезеровании. Типы фрезерования.
4. Виды износа резца.
5. Процесс образования стружки. Виды стружки.
6. Реверсивные механизмы.
7. Геометрические параметры резца.
8. Приборы для измерения сил резания.
9. Стойкость инструмента. Взаимосвязь между скоростью резания и стойкостью инструмента.
10. Изменение углов резца в процессе резания.
11. Охлаждение и смазывание в процессе резания. Способы охлаждения при резании.
12. Револьверные станки
13. Изнашивание и стойкость режущего инструмента.
14. Влияние геометрии резца на его стойкость.
15. Элементы режим резания и геометрические параметры срезаемого слоя.
16. Классификация металлорежущих станков.
17. Элементы режима резания при токарной обработке и фрезеровании.
18. Материалы, применяемые для изготовления режущего инструмента.
19. Процесс образования стружки.
20. Работы, выполняемые на токарных станках.
21. Изнашиваемость и стойкость режущего инструмента.
22. Револьверные станки.
23. Производительность и методика выбора режима резания.
24. Зенкерование и развертывание.
25. Наростообразование в процессе резания.
26. Типы фрез и геометрические параметры режущей части фрез.
27. Элементы и части проходного резца.
28. Режимы резания при фрезеровании.
29. Силы резания. Составляющие силы резания при токарной обработки.
30. Протяжка и элементы режима резания при протягивании.
31. Теплообразование в процессе резания.
32. Абразивные инструменты. Структура шлифовального круга.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «доклад, сообщение»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Доклад (сообщение) представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Доклад (сообщение) представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Доклад (сообщение) представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Доклад (сообщение) представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики

Кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга



ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»

В. Д. Рябичев

2023 года

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена

по научной специальности

**2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической
обработки**

(отрасль науки – технические науки)

форма обучения:

очная

Луганск, 2023

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена по научной специальности
2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Общие положения

Программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, состоит из введения и двух частей, относящихся:

- к методам механической обработки (обработка резанием; режущий инструмент; технологическое оборудование для механической обработки; комбинированные методы обработки резанием)
- физико-техническим методам обработки (лазерная и плазменная обработка; гидроабразивная обработка; электроэрозионная обработка; технологическое оборудование для физико-технической обработки).

Введение

Настоящая программа базируется на основополагающих разделах механической и физико-технической обработки, изучая связи (механических, гидро- и электро- механических, физико-технических процессов, а также размерных, информационных, экономических и др.) осуществляемых с целью создания новых и совершенствования существующих технологических процессов обработки и соответствующего оборудования, агрегатов, механизмов и других технических средств, обеспечивающих высокую конкурентоспособность за счет качества формируемых деталей, низкой себестоимости, повышенной производительности, надежности, безопасности, экологичности.

Программа соответствует ООП и РПУД «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», которые составлены в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО МИНИМУМА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.5.5 – ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

1. Значение механических и физико-технических методов обработки в современном машиностроении.

1 Содержание специальности, проблемы стоящие перед технологией и оборудованием современного машиностроения.

2 Основные задачи, решаемые механическими и физико-техническими методами, их удельный вес в общей трудоемкости изделий в машиностроении и направления развития.

3 Обработка материалов резанием и физико-техническими методами – один из основных элементов технологии современного машиностроения.

4 Фондообразующая роль станкостроения в машиностроительной отрасли.

5 Значение станков для производства машин.

6 Основные направления развития и важнейшие достижения станкостроения и инструментальной промышленности по показателям технического уровня.

7 Современные тенденции и пути обеспечения конкурентоспособности станочного оборудования и инструментов.

8 Международная динамика рынка станков и инструментов.

9 Мировая структура развития станкостроения.

2 Обработка резанием

1 Задачи теории резания металлов.

2 Преимущества и недостатки механической обработки резанием по сравнению с другими методами.

3 Основные понятия процесса резания, его физические основы.

4 Механика процесса резания, схемы стружкообразования, трение при резании, наростообразование.

5 Методы и средства экспериментального исследования процесса резания.

6 Энергетический баланс обработки.

7 Тепловые, электрические, магнитные и другие явления при резании.

8 Средства снижения теплообразования при резании.

9 Методы и задачи изучения физических явлений при резании.

10 Колебания при резании, их виды и принципы возникновения. Использование наложения вибраций на процесс обработки.

11 Технологические среды и их действие.

12 Обработка с ограниченным использованием СОЖ.

13 Инструментальные материалы, их виды и области применения.

14 Виды износа, критерии смены инструмента и способы повышения его стойкости.

15 Понятие о стойкости инструмента; типовая геометрическая картина износа рабочих поверхностей инструмента при механической обработке, его зависимость от вида обрабатываемого материала, операции, режимов резания; понятие о кривых износа инструментов и периоде стойкости.

16 Критерии затупления инструмента; их назначение в зависимости от вида операции и типа инструмента.

17 Технологические критерии затупления и понятие размерного износа различных видов инструмента.

18 Физические основы изнашивания инструмента; понятие об абразивном, адгезионном, диффузионном и окислительных механизмах изнашивания.

19 Общий механизм износа инструмента; интенсивность износа, его модели.

20 Оптимизация режима резания, ее методы и критерии.

21 Физические и экономические требования к оптимизации, вытекающие из одно- и многоинструментальной обработки, одно- и многопроходной обработки, "безлюдной" технологии, концепции автоматических линий и ГПС.

22 Применение ЭВМ для выбора оптимальных режимов резания.

23 Связь режима обработки с качеством поверхностного слоя.

24 Обрабатываемость конструкционных материалов резанием.

25 Эксперименты в резании металлов, их особенности и требования к методике, средствам обеспечения эксперимента.

26 Основные нерешенные вопросы в области теории резания.

27 Основные методы (схемы) обработки.

28 Сверхскоростное резание, комбинированные рабочие процессы.

29 Требования к режущему инструменту, автоматические методы контроля его размера, состояния и настройки.

30 Расчеты сил резания. Их методика.

3 Режущий инструмент

1 Роль и значение режущих инструментов в металлообработке.

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

3 Назначение конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента в соответствии с требованиями процесса резания.

4 Особенности проектирования режущих инструментов для различных видов обработки.

5 Методы крепления и базирования.

6 Базирование и крепление режущих элементов сборных инструментов.

7 Требования к конструкции крепежно-присоединительной (корпусной) части инструментов при скоростной и сверхскоростной обработке.

8 Стандартизация и сертификация режущих инструментов.

9 Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего инструмента.

10 САПР режущего инструмента.

11 Дополнительные требования к инструментам в крупносерийном и автоматизированном производстве: на агрегатных станках, автоматических линиях, на станках с ЧПУ, многоцелевых станках, ГП-модулях.

12 Настройка инструмента на размер на станке и вне станка.

13 Методы автоматической коррекции положения режущего инструмента.

14 Входной контроль инструментов.

15 Инструментальное обеспечение различных производств.

16 Перспективы развития конструкций режущих инструментов.

4 Интенсификация процессов механической обработки

1 Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания.

2 Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания, тонкого точения и растачивания, типовые конструкции инструмента, режимы резания, области применения.

3 Процессы резания с особыми кинематическими и физическими схемами обработки – ротационное (бреющее) и вибрационное резание, в том числе ультразвуковое и иглофрезерование; нанотехнологические методы обработки.

4 Комбинированные методы обработки резанием, совмещающее воздействие на материал снимаемого слоя нескольких физических и химических явлений.

5 Резание в специальных технологических средах, с опережающим пластическим деформированием (ОПД), нагревом (терморезание), электромеханические методы лезвийного резания и химико-механические методы абразивной обработки.

6 Перспективы развития комбинированных методов обработки резанием.

5 Физико-технические методы обработки

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

2 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 (лазерная и электронно-лучевая обработка) и другие воздействия.

3 Классификация существующих методов физико-химической обработки и теоретические предпосылки создания принципиально новых на основе использования совокупности известных физических, химических и других явлений.

4 Понятие о классе обработки резанием (механическое, тепловое, электрическое, химическое, комбинированное), группе, характеризующейся определенными физико-химическим механизмом резания (например, плазменно-механическая обработка резанием) и методе конкретной реализации определенной обработки резанием (например, плазменно-механическая обработка твердосплавным инструментом).

6. Типы металлорежущих станков и их классификация

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

2 Особенности конструкций станков основных групп.

3 Методика формирования цены на станки с учетом их качества.

4 Международная стандартизация и сертификация станков и их комплектующих.

5 Конкурентоспособность металлорежущих станков.

7 Кинематика станков

1 Образование поверхностей на обрабатываемых деталях.

2 Классификация движений в станках.

3 Кинематическая структура станков с механическими и немеханическими кинематическими связями.

4 Сравнительный анализ кинематической структуры отдельных типов станков.

8 Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов

1 Технология и физико-химические процессы удаления части начального объема материала заготовки при механической обработке, электромеханической, электроэрозионной и лазерной обработке и других методах формирования деталей.

2 Технологическая подготовка проектирования станков.

3 Формирование требований к станку на основе анализа параметров обрабатываемых деталей.

4 Особенности построения технологического процесса обработки на металлорежущих станках различных типов, в том числе станков для нанотехнологической обработки.

9 Основные этапы проектирования и расчетов станочного оборудования

1 Маркетинг с целью определения конкурентоспособности создаваемого станка по комплексу технико-экономических показателей.

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

3 Надежность станков. Общие понятия. Надежность параметрическая и функциональная. Надежность в период нормальной эксплуатации и износных отказов. Резервирование.

4 Составление технического задания на разработку станка на основе технологической подготовки проектирования.

5 Определение основных конструктивных и технологических параметров.

6 Методы формирования показателей и критериев оценки технического уровня станка по его выходным характеристикам.

7 Формирование компоновочного решения и несущей системы станков. Определение конструктивных параметров.

8 Разработка кинематической схемы, выбор принципа управления, контроля и диагностики.

9 Статические упругие перемещения и их влияние на точность станков.

10 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.

11 САПР станков.

12 Многокритериальная оптимизация в задачах проектирования станков.

13 Формирование требований к основным системам станка.

14 Понятия о сквозном методе проектирования и изготовления изделий CAD–CAM–CAE.

15 Параметрические твердотельные модели.

16 Имитационное моделирование на GPSS как средство количественного анализа технологических систем.

17 Разработка математических моделей конструкций и процессов, происходящих в станках.

18 Использование систем Internet при проектировании станков.

19 Методы оценки качества технологического оборудования на этапах проектирования и сборки.

10 Основные системы станка и их проектирование и расчет

1 Принципы конструирования мехатронных узлов.

2 Основные преимущества их использования в станках.

3 Направляющие прямолинейного и кругового движения.

4 Конструирование и расчет направляющих смешанного трения, гидростатических, гидродинамических и качения.

5 Конструирование и расчет коробок скоростей и подач.

6 Шпиндельные узлы с подшипниками качения и скольжения, гидростатическими и гидродинамическими.

7 Конструирование, расчет с учетом критерия жесткости элементов узла. Особенности конструирования высокоскоростных шпинделей.

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

9 Механизмы для осуществления периодических движений.

10 Механизмы для микроперемещений.

11 Механизмы подачи.

12 Механизмы фиксации.

13 Механизмы автоматической смены инструментов.

14 Магазины инструментов и заготовок (компоновки).

15 Зажимные приспособления металлорежущих станков.

16 Классификация, основные типы.

17 Расчеты типовых приспособлений для станков различного технологического назначения.

18 Экспериментальные исследования металлорежущих станков, методики проведения и обработки результатов.

11 Электрооборудование станков

1 Устройство и основные характеристики электродвигателей станков: конструкции двигателей постоянного и переменного тока.

2 Типы быстродействующих двигателей, высокомоментные двигатели постоянного тока с постоянными магнитами, их достоинства; двигатели для вентильного привода; шаговые двигатели; линейные двигатели.

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

4 Системы регулируемого электропривода станков.

5 Тенденции развития конструкций электродвигателей станков.

6 Построение электроприводов на базе микропроцессоров и микроЭВМ.

7 Переходные процессы в электроприводах станков: динамические режимы работы привода (основные показатели); уравнение движения электропривода.

8 Расчет мощности электродвигателей станков: при длительной работе; при повторно-кратковременной работе.

9 Аппаратура и схема электрического управления металлорежущими станками.

12 Гидравлический привод станков

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

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

3 Схемы и конструкции основных элементов гидропривода: насосы и гидромоторы; цилиндры; контрольно-регулирующая аппаратура; распределительная аппаратура; фильтры.

4 Гидравлические следящие приводы. Область применения в станках, основные схемы, точность и устойчивость приводов.

5 Электрогидравлические приводы станков с ЧПУ: следящие золотники; гидроусилители крутящего момента; насосные установки.

6 Динамика гидропривода.

7 Устойчивость движения рабочих органов станков с гидроприводом.

8 Вибрация в гидросистемах, устойчивость контуров системы.

13 Автоматизация станков. Программное управление станками. Автоматические станочные системы.

1 Классификация автоматизированных станков и станочных систем по различным признакам.

2 Основные понятия теории автоматического управления.

3 Линейные элементы автоматических систем и их характеристики.

4 Типовые нелинейности автоматических систем, их влияние на устойчивость системы и методы линеаризации.

5 Системы управления циклом. Принцип построения циклограмм.

6 Структурные схемы кулачковых автоматов. Область применения. Преимущества и недостатки.

7 Копировальные следящие системы.

8 Индуктивные и фотокопировальные системы.

9 Области применения копировальных станков. Преимущества и недостатки.

10 Классификация систем программного управления. Системы: контурные, позиционные, прямоугольные, универсальные.

11 Системы управления многооперационными станками.

12 Структура систем программного управления основных классов.

13 Понятие об основных узлах устройств ЧПУ (интерполяторы, устройства управления приводом и др.).

14 Области применения станков с программным управлением.

15 Системы группового числового управления станками.

16 Датчики перемещения в станках с ЧПУ.

17 Процесс программирования.

18 Программносители и устройства для ввода программы.

19 Автоматизация процесса резания.

20 Адаптивные системы.

21 Приборы контроля точности изготовления деталей на станке и подналадка станка.

22 Роботы и манипуляторы.

23 Основные принципы компоновки автоматических линий.

24 Транспортные системы.

25 Области применения автоматических линий.

- 26 Гибкие автоматические линии. Определение. Принципы построения.
- 27 Основные понятия о ГП-модулях и гибких производственных системах (ГПС). Требования к системам ЧПУ и ГП-модулям.
- 28 Гибкие автоматизированные производственные системы (ГПС). Основные понятия. Область применения.
- 29 Стратегии создания автоматических заводов (АЗ).
- 30 Моделирование станочных систем.

14 Особенности станков для физико-технических методов обработки

- 1 Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки, их место среди других методов размерной обработки материалов и общие вопросы построения станков.
- 2 Принципы и схемы адаптивно-программного управления процессом обработки. Оптимальное регулирование режимов обработки.
- 3 Электроэрозионные станки, их разновидности, физические схемы и технологические возможности.
- 4 Прецизионные методы изготовления деталей.
- 5 Типовые узлы станков для электроэрозионной обработки, генераторы импульсов энергии, виды электродов, системы автоматического регулирования.
- 6 Взаимосвязь элементарных единичных и реальных массовых процессов электроэрозионной обработки.
- 7 Физические модели реального процесса при массовом воздействии разрядов.
- 8 Рабочие жидкости, влияние их свойств на выходные показатели процесса.
- 9 Автоматизация электроэрозионных копировально-прошивочных и вырезных станков.
- 10 Средства и устройства автоматизации.
- 11 Станки-модули.
- 12 Устройства, сообщающие орбитальные движения электроду-инструменту.
- 13 Ультразвуковые станки, физические основы их работы, кинематика обрабатываемой системы, в том числе магнитострикционные и ультразвуковые преобразователи. Технологические характеристики размерной ультразвуковой обработки.
- 14 Станки для отделочных методов электрофизической обработки, электрополирование, методы достижения точности и качества поверхностного слоя деталей.
- 15 Станки для обработки электрохимическими методами.
- 16 Основные виды электрохимической обработки: непрерывная, импульсная, циклическая. Выбор их оптимальной последовательности и параметров, закономерности анодного растворения, электролиты, конструкции катодов.

17 Установки для электрохимической обработки типовых деталей. Средства интенсификации процесса обработки.

18 Автоматизация электрохимического оборудования.

19 Станки для лучевых методов обработки: электронно-лучевая обработка и лазерная обработка, принципы действия и физические схемы, установки, области применения.

20 Основные положения экономики; физические схемы, применение в изделиях приборостроения.

21 Станки для обработки комбинированными методами, их классификация.

22 Станки для обработки электроконтактными и анодно-механическими методами; физические схемы, технологические установки, области применения.

15 Эксплуатация станков и станочных систем

1 Установка станков на фундамент.

2 Испытание станков на холостом ходу и при резании.

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

4 Особенности эксплуатации станочных автоматических линий.

5 Особенности эксплуатации станков с ЧПУ и ГПС.

6 Техническое обслуживание и ремонт.

7 Проблемы модернизации станков.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Опишите этапы технологической подготовки механической обработки деталей на металлорежущих станках с ЧПУ.

2. Как анализируют технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ?

3. Опишите структуру управляющей программы. Какова последовательность ее составления? Для чего пишут комментарии в УП и как реагирует на комментарии система числового программного управления?

4. Изложите методику расчета режима резания для обработки поверхностей вращения на токарном станке с ЧПУ.

5. Изложите методику проектирования технологической операции лезвийной обработки поверхностей вращения на токарном станке с ЧПУ.

6. Изложите методику расчета режима резания для фрезерования плоскостей на станке с ЧПУ.

7. Как рассчитать поле рассеивания диаметров деталей, обусловленное упругими деформациями консольно закрепленной заготовки и выполнить экспериментальную проверку результатов расчета?

8. Как определить относительную погрешность, обусловленную упругими деформациями консольно закрепленного в трехкулачковом патроне нежесткого вала?

9. Как рассчитать и экспериментально проверить погрешность

обработки детали, вызванную размерным износом режущего инструмента?

10. Как нормируют технологические операции механической обработки заготовок на станках с ЧПУ?

11. Применение CAD/CAM – систем для проектирования технологии и разработки управляющей программы для станков с ЧПУ.

12. Методика проектирования лезвийной обработки деталей на станках с ЧПУ.

13. Устройство, принцип действия шлифовального станка для круглого наружного шлифования. Опишите технологические возможности станка.

14. Устройство, принцип действия шлифовального станка с круглым столом и вертикальным шпинделем для плоского шлифования торцом инструмента.

15. Принцип функционирования станка для внутреннего шлифования цилиндрических и торцовых поверхностей. Технологические возможности станка.

16. Назовите и охарактеризуйте естественные абразивные материалы, используемые для производства шлифовального инструмента.

17. Назовите и охарактеризуйте искусственные абразивные материалы, используемые для производства шлифовального инструмента.

18. Назовите и охарактеризуйте связки, используемые для производства шлифовального инструмента.

19. Охарактеризуйте состав шлифовального круга на керамической связке и области его использования.

20. Охарактеризуйте состав шлифовального круга на бакелитовой связке и области его использования.

21. Что такое зернистость абразивных зерен шлифовального инструмента? Опишите, на какие показатели процесса шлифования влияет зернистость круга.

22. Что понимается под твердостью шлифовального круга, на какие показатели процесса шлифования влияет твердость круга?

23. Как выбирают зернистость и твердость шлифовального инструмента?

24. Что такое структура шлифовального круга, на какие показатели процесса шлифования влияет структура круга?

25. Для чего применяют дискретное шлифование металлов и сплавов?

26. Для чего применяют шлифование металлов и сплавов высокопористыми кругами?

27. Опишите технологические возможности лазерной обработки.

28. Охарактеризуйте область применения электроимпульсной обработки, физика процесса.

29. Охарактеризуйте назначение режима электроимпульсной обработки.

30. Опишите технологические возможности лазерной обработки.

31. Опишите схему и физику процесса лазерной резки материалов.

32. Опишите схему и физику лазерного термического упрочнения

металлов.

33. Применение лазерной обработки для создания защитных пленок.

34. Опишите технологические возможности плазменной обработки.

Что такое плазма?

35. Основные схемы плазмотронов, их назначение и характеристика.

36. Каковы основные физические характеристики плазмы?

37. Каковы основные физико-химические эффекты при взаимодействии плазмы с веществом?

38. Какой эффект дает плазменная обработка при упрочнении поверхности?

39. В чем сущность процесса плазменной резки?

40. В каких условиях целесообразно применять плазменный прогрев при обработке металлов резанием?

41. Виды электрофизической обработки материалов.

42. Физика и режим процесса электроискровой обработки металлов.

43. Физика и режим процесса электроимпульсной обработки металлов.

44. Проектирование технологической операции лазерной обработки.

45. Проектирование технологической операции плазменной обработки.

46. Проектирование технологической операции электроискровой обработки.

47. Проектирование технологической операции электроимпульсной обработки.

48. Как устроен современный многофункциональный токарный станок с ЧПУ? Его технологические возможности.

49. Как устроен фрезерный станок с ЧПУ? Его технологические возможности.

50. Как устроен пяти осевой обрабатывающий центр с ЧПУ? Его технологические возможности.

51. Перспективы развития процессов физико-технической обработки.

52. Перспективы развития процессов механической обработки.

53. Аддитивные технологии изготовления изделий.

54. Алмазы и синтетические сверхтвердые материалы.

55. Быстрорежущие стали.

56. Быстрорежущие стали. Их маркировка, свойства, применение.

57. Виды износа резца.

58. Виды металлокерамических твердых сплавов.

59. Влияние геометрии резца на его стойкость. Выбор геометрии резца.

60. Влияние различных факторов на силы резания.

61. Выбор режима резания.

62. Геометрия (углы) токарного проходного резца.

63. Размеры и предельные отклонения.

64. Допуски и посадки.

65. Основные параметры точности.

66. Волнистость и шероховатость поверхности.

67. Неразъемные соединения деталей.

68. Сверление. Элементы режима резания.
69. Сверлильный станок. Применяемый инструмент.
70. Синтетические алмазы.
71. Синтетические сверхтвёрдые материалы, применяемые в процессе обработки металла резанием.
72. Способы охлаждения в процессе резания.
73. Стойкость инструмента. Связь между скоростью резания и стойкостью инструмента.
74. Строгальные и долбежные станки.
75. Твёрдые сплавы и их разновидности.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Кабалдин Ю.Г., Выбор состава и структуры износостойких наноструктурных покрытий для твердосплавного режущего инструмента на основе квантово-механического моделирования. : учебное пособие для вузов / Ю.Г. Кабалдин, О.В. Кретинин, Д.А. Шатагин, Е.Е. Власов - М.: Машиностроение, 2017. - 216 с. - ISBN 978-5-9500364-6-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785950036460.html>
2. Кожевников Д.В., Режущий инструмент / Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г. - М.: Машиностроение, 2014. - 520 с. - ISBN 978-5-94275-713-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942757137.html>
3. Сулова А.Г., Технология и инструменты отделочно-упрочняющей обработки деталей поверхностным пластическим деформированием. В 2-х томах. / Под общ. ред. А.Г. Сулова - М.: Машиностроение, 2014. - 480 с. - ISBN 978-5-94275-710-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942757106.html>
4. Григорьянц А.Г., Технологические процессы лазерной обработки : Учеб. пособие для вузов / Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 664 с. - ISBN 5-7038-2701-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5703827019.html>

Дополнительная литература

1. Григорьев С.Н., Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : справочник / Григорьев С.Н., Кохомский М.В., Маслов А.Р.; Под общ. ред. А.Р. Маслова. - М.: Машиностроение, 2006. - 544 с. (Б-ка инструментальщика.) - ISBN 5-217-03363-0 - Текст: электронный // ЭБС

"Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5217033630.html>

2. Аверченков В.И., Основы математического моделирования технических систем / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец - М. : ФЛИНТА, 2016. - 271 с. - ISBN 978-5-9765-1278-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976512788.html>

3. Кондаков А.И., Выбор заготовок в машиностроении : справочник / Кондаков А.И., Васильев А.С. - М.: Машиностроение, 2007. - 560 с. - ISBN 978-5-217-03382-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217033829.html>

4. Бутуревич И.Х., Гончаров Б.Ф. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки. – Ленинград: ЛПИ, 1980. — 73с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/buturevich-i-h-goncharov-b-f-elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-razmernoy-obrabotki_5d5043f6dc4.html

5. Бирюков Б.Н. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки. – М.: Машиностроение, 1981. - 128 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/biryukov-b-n-elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-razmernoy-obrabotki_70a234902dd.html

6. Хейфец М.Л. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Учебно-методический комплекс для студентов машиностроительных специальностей / М.Л. Хейфец, Л.М. Акулович, Е.З. Зевелева. – Новополюк: Пгу, 2006. – 172 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/heyfec-m-l-i-dr-elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-obrabotki-materialov_9d2c65c5480.html

7. Артамонов Б.А. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов (в 2-х т.) Том 1. Учеб. пособие (в 2-х томах). Обработка материалов с применением инструмента/ Под ред. В. П. Смоленцева. – М.: Высш. шк., 1983. –247 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/artamonov-ba-i-dr-elektrofizicheskie-i-elektrohimicheskie-metody-obrabotki-materialov-v-2-h-t-tom-1_f411baaa4a7.html

8. Баранчиков В.И. и др. Справочник конструктора-инструментальщика. М.: Машиностроение, 1994 – 560с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/baranchikov-vi-spravochnik-konstruktora-instrumentalschika_091b0f61c7e.html

9. Верещака А.С., Третьяков И.П. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1986. - 192 с. – Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. – URL: https://www.studmed.ru/vereschaka-a-s-tretyakov-i-p-rezhushchie-instrumenty-s-iznosostoykimi-pokrytiyami_b48deab18d7.html

10. Пуховский Е.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства. Учеб. пособие. — К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989. — 240 с. — Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. — URL: https://www.studmed.ru/puhovskiy-e-s-tehnologicheskie-osnovy-gibkogo-avtomatizirovannogo-proizvodstva_fd63fd6b58f.html

13. Лосев В.Ф., Морозова Е.Ю., Ципилев В.П. Физические основы лазерной обработки материалов. Учебное пособие. - Томск, ТПУ, 2011. - 199 с. — Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. — URL: https://www.studmed.ru/losev-v-f-morozova-e-yu-cipilev-v-p-fizicheskie-osnovy-lazernoy-obrabotki-materialov_c9f8f9af3aa.html

14. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. Учебное пособие. - Санкт-Петербург, СПбГУ, 2013. - 221 с. — Текст: электронный // ЭБС «StudMed.ru»: [сайт]. — URL: https://www.studmed.ru/zlenko-m-a-popovich-a-a-mutyлина-i-n-additivnye-tehnologii-v-mashinostroenii_5652618c38c.html

Интернет-ресурсы

Министерство образования и науки Российской Федерации — <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки — <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики — <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики — <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования — <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» — <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» — <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов — <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» — <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» — <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева — <http://biblio.dahluniver.ru/>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

РЕФЕРАТ

для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности

Тема реферата: « _____ »

(шифр и наименование специальности)

Аспиранта/экстерна _____
(Ф.И.О. в родительном падеже)

Направление и направленность
подготовки _____

Тема научно-квалификационной работы
(диссертации) _____

Научный руководитель _____
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О)

Заведующий кафедрой _____ / _____
(подпись) (расшифровка подписи)

Луганск 20__ г.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ СДАЧИ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Результаты кандидатского экзамена по научной специальности оцениваются по пятибалльной шкале: «отлично» (5 баллов) «хорошо» (4 балла), «удовлетворительно» (3 балла), «неудовлетворительно» (2 балла и ниже).

Самую высокую оценку – «отлично» - получает аспирант, который продемонстрировал глубокие теоретические знания в области избранной научной специальности; достаточно полное представление об источниках, фундаментальных работах и последних достижениях науки в данной области; способен ориентироваться в дискуссионных проблемах избранной отрасли науки; способен владеть понятийно-исследовательским и методологическим аппаратом применительно к научной проблематике диссертационного исследования; умеет логично и аргументировано излагать материал.

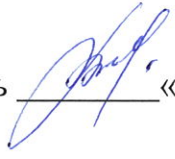
По мере выполнения вышеназванных требований аспиранту экзаменационной комиссией может быть проставлена оценка «хорошо», «удовлетворительно».

Оценку «неудовлетворительно» аспирант получает в случае, когда не может ответить на вопросы экзаменационного билета, не в состоянии дать объяснения по теоретическим и методологическим положениям избранной отрасли науки, не имеет представления о фундаментальных работах по научной специальности, не владеет содержанием научного реферата и т.д.

Составитель:

канд. пед. наук, доц. кафедры иностранных языков

Воронцова Т.Ю.

Подпись  «17» 04 2023 года

Документ одобрен на заседании кафедры иностранных языков

от «17» 04 2023 года, протокол № 6

Документ утвержден на заседании Ученого совета университета

от «25» 04 2023 года, протокол № 9

Заведующий кафедрой иностранных языков



Т.Г. Гуковская

СОГЛАСОВАНО:

Проректор по научной работе
и инновационной деятельности



В.А. Витренко

Заведующий отделом
аспирантуры и докторантуры



Ю.А. Артемова

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки» соответствует требованиям ФГТ.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по научной специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки аспирантов, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики

 С.Н. Ясуник