

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры


К.Р. Муратов
д.т.н., профессор кафедры ИТМ

«16» «мая» 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

**«Технология и оборудование механической и физико-технической
обработки»**

Научная специальность	2.5.5.Технология и оборудование механической и физико-технической обработки
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Технология и оборудование механической и физико-технической обработки
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Инновационные технологии машиностроения
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра: Экзамен: 5 Зачет:	Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Автоматизированные системы обработки информации и управления производственными процессами» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области процессов механической и физико-технической обработки материалов, процессов изнашивания инструментов при различных видах механической и физико-технической обработки материалов, изучения динамики и теплофизики процесса механической и физико-технической обработки материалов.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы
Дисциплина «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.5.5.Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- теоретические закономерности съема материала в процессе механической и физико-технической обработки материалов;
- теоретические закономерности износа режущего инструмента в процессе механической и физико-технической обработки материалов;
- сущность силового и теплового взаимодействия инструмента и обрабатываемой заготовки;
- методику выбора рационального режима резания.

Уметь:

- назначать рациональные режимы резания для процессов механической и физико-технической обработки материалов;

- конструировать режущий инструмент для операций механической и физико-технической обработки материалов.

Владеть:

- навыками управления процессом резания на станках с ЧПУ путем изменения геометрии инструмента и параметров режима резания;
- навыками анализа процесса резания в ходе обработки на станках с ЧПУ.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	20
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	36
	Самостоятельная работа (СР)	88
	Форма итогового контроля:	Экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. . Кинематика процесса механической и физико-технической обработки материалов

(Л – 2, ПР - 2, СР – 30)

Тема 1. Кинематика процесса механической и физико-технической обработки материалов.

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 (электромеханическая обработка), электроэрозионного разрушения (электроэрозионная обработка), а также плавление и испарение металла (лазерная и электронно-лучевая обработка) и другие воздействия. Поверхность резания, обрабатываемая и обработанная поверхность. Кинематические схемы резания при электроэрозионной обработке, точении, фрезеровании, сверлении.

Тема 2. Инструментальное и технологическое оборудование для механической и физико-технической обработки материалов.

Классификация технологического оборудования для механической и физико-технической обработки материалов. Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки. Классификация режущих пластин. Конструкция токарного резца со сменными пластинами, элементы лезвия. Координатные плоскости в статической системе координат. Углы токарного резца в статической системе координат. Влияние установки резца на величины углов. Требования к материалу электродов-инструментов. Автоматизация электроэрозионных копировально-прошивочных и проволоочно-вырезных станков.

Тема 3. Классификация видов обработки резанием и режимы резания.

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. Оптимизация режима резания, ее методы и критерии. Физические и экономические требования к оптимизации. Рациональные режимы резанья.

Тема 4. Деформации и напряжения при резании и процессы стружкообразования.

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. Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания. Деформации в процессе резания. Методы оценки пластической деформации. Типы стружек. Деформированное состояние зоны стружкообразования.

Раздел 2. Технологические основы обработки на металлорежущих станках различных типов.

(Л – 2, ПР - 2, СР – 30)

Тема 6. Технология электроэрозионной обработки.

Методы исследования процесса удаления части начального объема материала заготовки при воздействии единичного импульсного разряда. Формирование показателей качества обработанной поверхности при электроэрозионной обработке. Корковые электроды-инструменты.

Тема 7. Технология лазерной обработки.

Технология и физико-химические процессы плавления материала под воздействием концентрированного источника энергии. Формирование показателей качества обработанной поверхности при лазерной обработке. Энергетические характеристики современного оборудования для лазерной обработки.

Тема 8. Технология финишной обработки.

Кинематические схемы финишной обработки. Влияние свойств абразива на качество обработанной поверхности. Методика назначения режимов при финишной обработке.

Тема 9. Технология электрохимической обработки.

Кинематические элементы и характеристики резания при электрохимической обработке материалов. Принципы моделирования процесса электрохимической обработки.

Тема 10. Проектирование станочных систем.

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. Надежность параметрическая и функциональная. Резервирование.

Тема 11. Разработка технологического процесса механической и физико-технической обработки материалов.

Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания, тонкого точения и растачивания, типовые конструкции инструмента, режимы резания, области применения. Системы ЧПУ современного оборудования физико-технической обработки материалов. Разработка технологического процесса механической и физико-технической обработки материалов. Управление процессом резания на станках с ЧПУ. Анализ процесса резания в ходе обработки на станках с ЧПУ.

Раздел 3. Автоматизация процесса обработки на станках с ЧПУ
(Л – 1, ПР - 2, СР – 28)

Тема 12. Автоматизация станков.

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.

Тема 13. Программное управление станками.

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.

Тема 14. Автоматические станочные системы.

Автоматизация процесса резания. Адаптивные системы. Приборы контроля точности изготовления деталей на станке и подналадка станка.

Тема 15. Программирование электроэрозионных станков.

Коррекция на межэлектродный зазор. Базирование электродов-инструментов. Система автоматизированного проектирования Elcam.

Тема 16. Эксплуатация станков и станочных систем.

Диагностика станков, инструментов и механизмов смены и загрузки инструмента. Особенности эксплуатации станочных автоматических линий. Особенности эксплуатации станков с ЧПУ.

Тема 17. Контроль качества обработанной поверхности.

Применение координатно-измерительных машин. Разработка плана контроля. Оптические системы контроля. Профилометры и профилографы.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	11	Разработка технологического процесса механической и физико-технической обработки деталей.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	14	Автоматизации изготовления деталей на базе станков с ЧПУ.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	15	Разработка управляющей программы изготовления деталей в системе Elcam.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4	17	Разработка плана контроля на КИМ.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
---	----	-----------------------------------	---------------------------------------	---

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Поверхность резания, обрабатываемая и обработанная поверхность.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Сравнительные характеристики методов физико-технической обработки.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Методика формирования цены на станки с учетом их качества.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Средства снижения теплообразования при резании.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Формирование показателей качества обработанной поверхности при механической обработке.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Корковые электроды-инструменты.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	7	Энергетические характеристики современного оборудования для лазерной обработки.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	8	Кинематические схемы финишной обработки.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	9	Кинематические схемы электрохимической обработки материалов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
10	10	Надежность станков.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
11	11	Системы ЧПУ современного оборудования физико-технической обработки материалов.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
12	12	Основные понятия теории	Собеседование	Вопросы по

		автоматического управления.		темам / разделам дисциплины
13	13	Структура систем программного управления металлообрабатывающих станков.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
14	14	Адаптивные станочные системы.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
15	15	Коррекция на межэлектродный зазор.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
16	16	Особенности эксплуатации станочных автоматических линий.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
17	17	Оптические системы контроля.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедра; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Абляз Т.Р. Современные подходы к технологии электроэрозионной обработки материалов. Учебное пособие. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012. – 121 с.	5 +20 кафедра
2	Учаев П.Н. Анализ, синтез и производство технических систем : учебник для вузов / Под ред. П. Н. Учаева .— Старый Оскол : ТНТ, 2014 .— 169 с.	2 +20 кафедра
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. Учебник. М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.	32

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
2	Инструмент для современных технологий. Справочник. М.: Изд.ИТО, 2005. – 248 с.	1
4		
2.2 Периодические издания		
1	СТИН	
2	Металлообработка	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не предусмотрены	
2.4 Официальные издания		
1	Не предусмотрены	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10	Оперативное управление	227/4 к АДФ 039 гл.к

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является кандидатский экзамен, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

• Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче экзамена:

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена приведены в табл. 5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 2.5.5. «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Проектирование технологии проволочно-вырезной электроэрозионной обработки изготовления детали «_____».
2. Проектирование технологии копировально-прошивной электроэрозионной обработки изготовления детали «_____».
3. Назначение коррекции на величину межэлектродного зазора при проволочно-вырезной электроэрозионной обработке.
4. Проектирование технологии токарной обработки изготовления детали «_____».

Типовые контрольные задания:

1. Рассчитать размер электрода-инструмента для копировально-прошивной обработки детали «_____».
2. Рассчитать силу резания при точении детали «_____».
3. Рассчитать энергию импульса при электроэрозионной обработке.
4. Рассчитать скважность импульсов при электроэрозионной обработке.
5. Разработка технологического процесса механической обработки деталей.
6. Разработка технологического процесса электроэрозионной обработки деталей.
7. Разработка плана контроля на КИМ.
8. Разработка управляющей программы изготовления деталей в системе Elcam.

Полный комплект вопросов и заданий в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ИТМ».

Пример типовой формы экзаменационного билета

Программа

Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки

Кафедра

Инновационные технологии машиностроения

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФГАОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)**

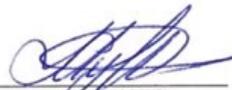
Дисциплина

«Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки»

БИЛЕТ № 1

1. Понятие поверхность резания, обрабатываемая и обработанная поверхность.
2. Рассчитать силу резанья при точении детали «Вал».
3. Проектирование технологии проволочно-вырезной электроэрозионной обработки изготовления детали «Кулачок».

Руководитель программы


(подпись)

Муратов К.Р.
Фамилия И.О.

«22» мая 2022 г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		