

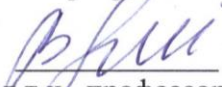


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры


В.Ф. Макаров
д.т.н., профессор кафедры ИТМ

« 20 » « мая » 202 2 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

**«Эффективное использование современного металлообрабатывающего
оборудования»**

Научная специальность	2.5.6. Технология машиностроения
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Инновационные технологии машиностроения (ИТМ) Механика композиционных материалов и конструкций (МКМК)
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачет: 5 Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Эффективное использование современного металлообрабатывающего оборудования» 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 по интенсификации процессов механической обработки и соответствующего оборудования, обеспечивающего высокую конкурентоспособность деталей машин.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Эффективное использование современного металлообрабатывающего оборудования» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.5.6. – «Технология машиностроения» и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- методологию расчетов, принципов проектирования технологического оборудования и оснастки, методы исследования металлорежущих станков, основы автоматизации технологического оборудования, методы высокоэффективного резания материалов.

Уметь:

- разрабатывать и внедрять эффективные технологии обработки машиностроительных изделий, эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля, диагностики, управления, алгоритмы и программы выбора и расчета параметров технологических процессов.

Владеть:

- навыками выбора и внедрения эффективных процессов механической обработки, средствами их технологического оснащения.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	17
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6
	Самостоятельная работа (СР)	55
	Форма итогового контроля:	зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1 Эффективность применения высокопроизводительного оборудования и инструмента.

Раздел 1. Эффективность применения высокопроизводительного оборудования и инструмента.

(Л – 5, СРС – 55)

Тема 1. Основные направления совершенствования оборудования для повышения эффективности процесса резания.

Расширение области применения станков с ЧПУ. Многоинструментальные обрабатывающие центры. Многооперационные обрабатывающие центра. Прецизионные современные станки для нанотехнологий. Скоростные фрезерные и шлифовальные станки.

Тема 2. Основные направления совершенствования лезвийного и абразивного инструмента для повышения эффективности процесса резания.

Новые высокоэффективные инструментальные материалы. Современная классификация отечественных и зарубежных инструментальных материалов. Эффективность применения сборного режущего инструмента. Применение специальных покрытий инструмента для интенсификации процесса резания. Разработка новой геометрии и конструкций режущих инструментов. Новые абразивные инструменты для высокоэффективного шлифования и полирования. Ознакомление с новыми образцами оборудования и инструмента на ежегодной Международной выставке «Станки, приборы и инструменты». Отчет по материалам выставки.

Тема 3. Многокоординатная и многоосевая обработка на обрабатывающих центрах.

Эффективность применения многокоординатной лезвийной и абразивной обработки деталей на ОЦ. Многоосевая обработка. Примеры применения.

Тема 4 Метод концентрации операций на обрабатывающих центрах.

Эффективность применения метода концентрации операций на ОЦ. Примеры применения. Ознакомление с участком работы обрабатывающих центров кафедры ИТМ.

Модуль 2 Современные методы высокоэффективной обработки материалов резанием

Раздел 2. Современные методы высокоэффективной обработки материалов резанием.

Тема 5. Оптимальный, экономический и рациональный режим резания. Основные критерии и принципы оптимизации процесса резания. Оптимальная температура и оптимальная скорость резания. Методы ускоренного определения оптимальной скорости резания. Практические примеры оптимизации режимов резания. Выбор оптимальных режимов резания по нормативам и каталогам.

Тема 6. Методы скоростного резания.

Понятие о скоростном резании при фрезеровании и точении. Особенности применения инструмента при скоростном резании. Скоростное развертывание отверстий. Особенности разработки управляющих программ на станках с ЧПУ при скоростном резании.

Тема 7 Характеристика применяемых покрытий деталей для повышения эксплуатационных свойств и восстановления поверхности при ремонте. Основные проблемы шлифования твердых износостойких покрытий. Эффективность шлифования покрытий новыми абразивными инструментами. Примеры применения.

Тема 8. Требования, применяемые к производству и эксплуатации СОТС. Физическая картина действия СОТС в зоне резания – охлаждение, смазка, очистка. Традиционная классификация современных СОТС для лезвийной и абразивной обработки. Методика выбора наиболее эффективной СОТС. Особенности замены импортных СОТС на отечественные с обеспечением требуемой эффективности обработки. Примеры импортозамещения СОТС.

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	1	Выбор оптимальных режимов резания по нормативам и каталогам	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	4,3	Методика выбора наиболее эффективной СОТС. Особенности замены импортных СОТС на отечественные с обеспечением требуемой эффективности.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	2	Подготовка управляющей программы для станков с ЧПУ	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	Основные направления совершенствования оборудования для повышения эффективности процесса резания.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

2	1	Внедрение новых прогрессивных технологий на новых станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	2, 5	Повышение эффективности и качества обработки деталей на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах на основе применения компьютерной диагностики физических параметров процесса резания, ускоренный выбор оптимальных режимов резания и рациональной марки режущих инструментов.	Творческое задание	Темы творческих заданий
4	3	Многокоординатная обработка на обрабатывающих центрах	Творческое задание	Темы творческих заданий
5	3	Многоосевая обработка деталей на обрабатывающих центрах. Примеры эффективного применения.	Творческое задание	Темы творческих заданий
6	4	Метод концентрации операций на обрабатывающих центрах.	Творческое задание	Темы творческих заданий
7	5	Повышение эффективности проектируемых технологических процессов механической обработки на основе оптимизации размерных структур.	Творческое задание	Темы творческих заданий
8	5	Конструктивно-технологическое совершенствование, оптимизация и стабилизация технологий лезвийной и абразивной механической обработки элементов ГТД.	Творческое задание	Темы творческих заданий
9	6	Интенсификация процесса протягивания труднообрабатываемых материалов на протяжных станках с ЧПУ путем автоматического управления величиной оптимальной скорости резания.	Творческое задание	Темы творческих заданий
10	6	Модернизация фрезерных, токарных станков с ЧПУ включает замену системы ЧПУ, электроприводов, двигателей, датчиков. Диагностика оборудования и технологических процессов.	Творческое задание	Темы творческих заданий
11	5	Повышение эффективности	Творческое задание	Темы творческих заданий

		технологической подготовки производства на основе оптимизации процесса отработки конструкции изделия на производственную технологичность	задание	заданий
12	7	Методы прототипирования при формообразовании деталей машин.	Творческое задание	Темы творческих заданий
13	8	Параметры качества поверхностного слоя деталей машин в зависимости от СОТС и способа их подачи. Охлаждающий эффект абразивных инструментов с прерывистой рабочей поверхностью.	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Эффективное использование современного металлообрабатывающего оборудования» 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 информационного 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+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	<i>Технологическое оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А., Борискин В.П., Симанин Н.А., Карасев Н.Я. – Старый Оскол, ТНТ, 2013г.</i>	3
2	<i>Макаров В.Ф. Современные методы высокоэффективной абразивной обработки труднообрабатываемых материалов Пермь, ПНИПУ, 2013, 358 с.</i>	25+ЭБ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
3	Макаров В.Ф. Выбор высокоэффективных абразивных инструментов и режимов резания для различных видов шлифования заготовок, г. Старый Оскол Изд-во ТНТ 2011г., 273с.	22
4	Макаров В.Ф. Выбор абразивных инструментов и режимов резания для высокоэффективного шлифования заготовок. Пермь, ПНИПУ, 2011г., 230с	20
5	Диагностика и надежность автоматизированных систем : учебник для вузов / Бржозовский Б.М., Игнатъев А.А., Мартынов В.В., Схиртладзе А.Г. - Старый Оскол : ТНТ, 2011, 352с	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	Шишмарев В.Ю. Теория автоматического управления : учебник для вузов. Москва: Академия, 2011г.	4
2	Интегрированные системы проектирования и управления : учебное пособие / Схиртладзе А.Г., Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф. Москва : Академия, 2010г.	4
3	Зубарев Ю.М. Современные инструментальные материалы: учебник – СПб : Лань, 2008, 2014.	9
4	Макаров В.Ф. Резание материалов: учебное пособие. Пермь: ПНИПУ, 2009. 363с.	198 +ЭБ
2.2 Периодические издания		
1	СТИН	
2	Инженерный журнал. Справочник	
3	Металлообработка	
4	Вестник машиностроения	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используются	
2.4 Официальные издания		
	Не используются	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Информационная система Техэксперт: Интернет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – 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 ASUS (локальная компьютерная сеть)	30	Оперативное управление	212А кАДФ, 005 к Д

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачет (4, 5 семестр), 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 зачета (4 семестр) 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 зачета:

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

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

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незачтено</i>	<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 2.5.6. «Технология машиностроения» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые творческие задания:

1. Исследование глубинного шлифования профильных поверхностей лопаток турбин с непрерывной правкой кругов.
2. Исследование влияния формы и расположения стружкообразующих элементов передней поверхности резца на процесс стружкообразования и износ резца.
3. Повышение качества поверхностного слоя лопаток ГТД из титановых сплавов на основе применения метода ленточного полирования.
4. Повышение эффективности фрезерования лопаток моноколес компрессора ГТД.

5. Модернизация фрезерных, токарных станков с ЧПУ включает замену системы ЧПУ, электроприводов, двигателей, датчиков. Диагностика оборудования и технологических процессов.
6. Технологическое обеспечение динамической устойчивости высокоскоростных валопроводов газотурбинных агрегатов на основе применения адаптационных методов сборки.
7. Повышение эффективности и качества обработки деталей на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах на основе применения компьютерной диагностики физических параметров процесса резания. Ускоренный выбор оптимальных режимов резания и рациональной марки режущих инструментов.
8. Повышение эффективности скругления острых кромок деталей машин методом автоматизированного шлифования полимерно-абразивными щетками.
9. Повышение эффективности проектируемых технологических процессов механической обработки на основе оптимизации размерных структур (разработка автоматизированного комплекса для расчета размерных цепей при технологической подготовке производства).
10. Повышение производительности и качества поверхности глубоких пазов на основе применения растрового фрезерования.
11. Повышение производительности и качества обработки глубоких внутренних спиральных канавок на основе автоматизации процесса внутреннего протягивания.

Типовые контрольные задания:

1. Методология экспериментального исследования процесса резания.
2. Расчет энергетического баланса процесса резания.
3. Методология изучения физических явлений при резании, включая вибрации.
4. Основные параметры повышения эффективности процесса резания.
5. Критерии затупления режущего инструмента, модели износа.
6. Оптимизация режимов резания, ее методы и критерии.
7. Методы эффективной подачи СОТС при лезвийной и абразивной обработке.
8. Расчеты силового поля при резании на основных схемах обработки.
9. Назначение конструкторско-геометрических параметров режущего инструмента в соответствии с требованиями процесса резания.
10. Алгоритмизация процедур расчета и проектирования режущего инструмента.
11. Формирование требований к станку на основе анализа параметров обрабатываемых деталей.
12. Особенности построения техпроцесса обработки на металлорежущих станках различных типов.
13. Разработка кинематической схемы станка, выбор принципа управления, контроля и диагностики.
14. САПР станков.
15. Метод проектирования и изготовления изделий САД-САМ-САЕ.
16. Программное управление станками.
17. Основные узлы устройств ЧПУ (интерполяторы, устройства управления приводом и др.).
18. Программноносители и устройства для ввода программ.

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

Приложение 1
Пример типовой формы экзаменационного билета

Программа
Технология, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств

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

Кафедра
Инновационные технологии машиностроения

Дисциплина
«Эффективное использование современного металлообрабатывающего
оборудования»

БИЛЕТ № 1

1. Основные направления создания высокопроизводительных процессов резания. Физические особенности и технологические показатели скоростного и силового резания, тонкого точения и растачивания, типовые конструкции инструментов, режимы резания, области применения.
2. САПР станков. Многокритериальная оптимизация в задачах проектирования станков.
3. Экспериментальные исследования металлорежущих станков, методики проведения и обработки результатов.

Заведующий кафедрой


(подпись)

Карманов В.В.

« 20 » мая 202 2 г.

Лист регистрации изменений

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