

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Резание материалов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств
(код и наименование направления)

Направленность: Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – изучение теоретических основ, физических и кинематических особенностей процессов обработки материалов резанием, физической сущности и основных концептуальных закономерностей процесса обработки материалов резанием, необходимых для технически грамотного обеспечения технологической подготовки производства при выполнении различных технологических операций с обеспечением высокой производительности, требований по качеству и по снижению себестоимости механической обработки деталей машин.

Задачи учебной дисциплины:

- получение знаний о закономерностях процесса резания, о физических явлениях, происходящих в процессе резания материалов – стружкообразовании, изнашивании режущих инструментов, динамических и тепловых процессов, об особенностях формирования параметров качества поверхностного слоя и эксплуатационных характеристик обрабатываемых деталей машин;
- изучение теоретических основ процесса резания, математических методов моделирования процессов резания, оптимизации и управления процессом резания;
- приобретение умений выбирать, рассчитывать и назначать рациональные режимы резания и режущий инструмент;
- освоение умений проводить исследования физических явлений, сопровождающих процесс резания, с целью выбора и назначения наиболее рациональных условий процесса резания при решении задач проектирования оптимальных технологических процессов;
- получение навыков комплексного применения знаний и умений, полученных при изучении базовых дисциплин и дисциплин профиля подготовки, для решения междисциплинарных задач;
- получение навыков об эффективном использовании природных ресурсов, материалов и энергии, о разработке и использовании методических и нормативных материалов, технической документации.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- конструктивные элементы режущих инструментов;
- инструментальные материалы;
- кинематика и динамика процесса резания;
- стружкообразование и тепловые явления при резании;
- износ и стойкость режущих инструментов;
- моделирование и оптимизация процессов резания;
- назначение рациональных режимов резания;
- качество поверхностного слоя обрабатываемых деталей;
- новые методы высокоэффективного резания.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-11	ИД-1ОПК-11	Знает способы и средства обработки материалов резанием, кинематику и динамику процесса резания	Знает жизненный цикл машиностроительной продукции, содержание технологической подготовки производства, способы обработки материалов, сборки изделий, задачи проектирования технологических процессов, основы использования оборудования, оснастки и инструмента, основные положения и понятия технологии машиностроения	Экзамен
ОПК-11	ИД-2ОПК-11	Умеет выбирать, рассчитывать и назначать рациональные режимы резания и режущий инструмент	Умеет формулировать служебное назначение изделий машиностроения, определять требования к их качеству, выбирать материалы для их изготовления, разрабатывать технологии и выбирать средства технологического оснащения при разных методах обработки	Защита лабораторной работы
ОПК-11	ИД-3ОПК-11	Владеет опытом выбора и эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, выбора и расчетов параметров технологических процессов	Владеет навыком разработки рациональных технологических процессов изготовления продукции, применения инструментов, эффективного оборудования, определения технологических режимов и показателей качества изготовленной продукции	Курсовая работа
ОПК-13	ИД-1ОПК-13	Знает закономерности процесса резания, физические явления, происходящие в процессе резания материалов – стружкообразовании, изнашивании режущих инструментов, динамические и тепловые процессы, особенности	Знает показатели качества изделий машиностроения, средства и методы анализа, испытаний и контроля качества машиностроительной продукции, способы анализа причин брака, системы управления качеством, порядок их разработки и внедрения	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		формирования параметров качества поверхностного слоя и эксплуатационных характеристик обрабатываемых деталей машин		
ОПК-13	ИД-2ОПК-13	Умеет проводить исследования физических явлений, сопровождающих процесс резания, с целью выбора и назначения наиболее рациональных условий процесса резания при решении задач проектирования оптимальных технологических процессов	Умеет применять контрольно-измерительную технику и средства для контроля качества продукции и технологических процессов её изготовления, оценивать уровень брака машиностроительной продукции и анализировать причины его возникновения, разрабатывать мероприятий по его предупреждению и устранению	Защита лабораторной работы
ОПК-13	ИД-3ОПК-13	Владеет навыками совершенствования, разработки и внедрения оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий	Владеет навыками контроля качества материалов, технологических процессов, готовой машиностроительной продукции стандартными методами, анализа производственных процессов на предмет нарушения установленных технологий изготовления продукции	Экзамен
ОПК-14	ИД-1ОПК-14	Знает основы выбора и эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	Знает методы достижения технологичности и конкурентоспособности изделий машиностроения, организацию контроля качества и управления технологическими процессами, правила разработки технологических процессов	Экзамен
ОПК-14	ИД-2ОПК-14	Умеет выбирать и эффективно использовать материалы,	Умеет осуществлять контроль за соблюдением технологической	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		оборудование, инструменты для обеспечения качества при резании материалов	дисциплины	
ОПК-14	ИД-3ОПК-14	Владеет навыком осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств	Владеет навыками отработки конструкций на технологичность	Курсовая работа
ОПК-6	ИД-1ОПК-6	Знает теоретические основы процесса резания, математические методы моделирования процессов резания, оптимизации и управления процессом резания	Знает основные задачи профессиональной деятельности специалиста по конструкторско-технологическому обеспечению машиностроительных производств, методы решения этих задач с помощью информационно-коммуникационных технологий	Экзамен
ОПК-6	ИД-2ОПК-6	Умеет выбирать алгоритмы и программы выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии при решении основных задач профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ОПК-6	ИД-3ОПК-6	Владеет навыком выбора и эффективного использования алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации	Владеет навыками использования информационно-коммуникационных технологий при решении профессиональных задач	Курсовая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	32	32	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
5-й семестр				
				СРС

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основные положения кинематики процесса резания материалов	10	4	6	18
<p>Тема 1. История развития и роль науки о резании материалов в современном машиностроительном производстве</p> <p>Основные этапы становления и развития науки о резании, роль отечественных ученых. Примеры из практики современного производства. Понятие о системе резания, как совокупности одновременно совершающихся и взаимосвязанных различных физических процессов. Основные направления дальнейшего развития фундаментальных основ науки о резании материалов.</p> <p>Тема 2. Основы кинематики резания.</p> <p>Кинематические элементы и характеристики резания при точении: главное движение резания, скорость главного движения резания, движение подачи, скорость движения подачи. Поверхность резания, обрабатываемая и обработанная поверхности.</p> <p>Кинематические схемы резания при точении, фрезеровании, сверлении, протягивании.</p> <p>Тема 3. Геометрия режущей части инструмента.</p> <p>Конструкция и части токарного резца, элементы лезвия, режущие кромки, передняя поверхность, главная и вспомогательная задние поверхности, вершина лезвия. Понятие о статической, инструментальной и кинематической системах координат. Координатные плоскости в статической системе координат: основная плоскость, плоскость резания, рабочая плоскость, главная и вспомогательная секущие плоскости. Углы токарного резца в статической системе координат. Влияние установки резца на величины переднего, заднего углов и углов в основной плоскости.</p> <p>Особенности геометрии многозубых инструментов - сверла, фрезы, протяжки.</p> <p>Тема 4. Классификация видов обработки резанием.</p> <p>Классификация методов обработки резанием по виду инструмента – точение, фрезерование, сверление, протягивание и др. Классификация резания по признакам: свободное и несвободное, прямоугольное и косоугольное, однолезвийное и многолезвийное, непрерывное и прерывистое.</p> <p>Тема 5. Элементы режимов резания и срезаемого слоя.</p> <p>Элементы режима резания при точении: скорость резания, подача, глубина резания. Формулы машинного времени при точении.</p> <p>Элементы и характеристики срезаемого слоя при точении; сечение, его формы и размеры. Остаточное сечение при точении. Особенности</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
элементов режима резания и сечения срезаемого слоя при многолезвийной обработке – фрезеровании, сверлении, протягивании.				
Динамика процесса резания	6	4	2	17
Тема 6. Деформация и напряжения в процессе резания. Физическая сущность процесса резания. Деформации в процессе резания. Методы изучения и оценки пластической деформации. Методы моделирования деформаций при изучении процессов резания. Тема 7. Процесс стружкообразования. Типы стружек, образующихся при резании, зависимость вида стружки от условий обработки. Деформированное состояние зоны стружкообразования при элементной и сливной стружке. Упругое последствие. Явления упрочнения и разупрочнения. Коэффициенты утолщения, уширения и укорочения стружки, их величины для различных материалов, физическая сущность и методы определения. Зависимость характеристики стружки от условий обработки. Методы завивания и дробления стружек. Тема 8. Контактные явления и трение при резании материалов. Контактные явления и трение на передней и задней поверхностях инструмента. Понятие о наросте и природе его возникновения. Положительные и отрицательные стороны наростообразования. Влияние скорости резания на величину и зону образования нароста. Методы борьбы с наростообразованием. Тема 9. Сила резания, работа и мощность резания. Система сил, действующих на резец. Сила резания и её составляющие. Зависимость составляющих силы резания от условий обработки. Первый закон резания. Методы определения сил резания: прямые и косвенные. Эмпирические формулы для расчета составляющих силы резания. Работа и мощность резания.				
Теплофизика процесса резания	4	4	0	10
Тема 10. Температура резания и тепловое поле. Источники возникновения теплоты при точении. Общее количество теплоты, образующейся при резании. Тепловой баланс. Понятие о температурном поле и температуре резания. Основные методы измерения температуры в зоне резания. Зависимость температуры резания от условий обработки. Второй закон резания. Эмпирическая формула для подсчета температуры резания. Тема 11. Смазывающе-охлаждающие				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
технологические средства. Требования, предъявляемые к смазочно-охлаждающим технологическим средствам. Классификация СОТС: жидкости (водные растворы электролитов, водные растворы поверхностно-активных веществ, эмульсии, активированные эмульсии, масляные жидкости), газовые среды, твердые смазки. Область применения газовых сред и твердых смазок. Сущность действия смазочно-охлаждающих жидкостей в процессе резания металлов (непосредственное охлаждение, уменьшение сил трения и облегчение деформаций). Методы подачи смазочно-охлаждающих жидкостей, их эффективность.				
Износ и стойкость режущего инструмента в процессе резания	6	2	0	11
Тема 12. Краткие сведения об инструментальных материалах. Понятие об эксплуатационных и технологических требованиях, предъявляемых к инструментальным материалам. Классификация инструментальных материалов, их маркировка. Краткая характеристика и область применения основных материалов, применяемых при изготовлении лезвийных инструментов. Особенности выбора рациональной марки материала и геометрии режущих инструментов для конкретных операций обработки резанием. Примеры выбора. Тема 13. Изнашивание и стойкость режущих инструментов. Напряжения в инструменте. Виды разрушения инструмента: хрупкое, пластическая деформация, изнашивание. Особенности изнашивания режущих инструментов. Физическая сущность и виды изнашивания: абразивное, адгезионное, диффузионное, окислительное. Формы износа токарных резцов. Методы измерения износа. Зависимость величины износа от времени работы инструмента. Графики износа. Период стойкости инструмента. Критерии затупления и их экономическая необходимость (блестящая полоска, силовой, оптимальный износ, технологические). Зависимость интенсивности износа от условий обработки Методы повышения стойкости инструментов. Зависимость "скорость резания - стойкость", ее графическое и аналитическое выражение. Зависимость допустимой скорости резания от условий обработки. Третий закон резания. Эмпирическая формула расчета допустимой скорости резания при точении.				
Влияние условий резания на качество	3	2	0	8

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>поверхностного слоя обработанной детали Тема 14. Понятие о поверхностном слое, возникающем при резании. Основные параметры, определяющие качество поверхностного слоя шероховатость, микротвердость, остаточные напряжения, микроструктура. Причины образования и изменения шероховатости, микротвердости, остаточных напряжений при резании, их зависимость от условий обработки. Методы измерения основных параметров качества поверхностного слоя. Методы улучшения качества поверхностного слоя. Методы чистовой обработки: лезвийная и абразивная. Особенности процессов отделения срезаемого слоя металла при чистовой лезвийной и при абразивной обработке. Понятие об абразивном инструменте. Характеристики абразивного инструмента. Элементы режима резания при круглом наружном шлифовании. Формула машинного времени. Виды шлифования: круглое наружное, внутреннее, плоское, бесцентровое и т.д. Физическая сущность процесса шлифования, особенности образования поверхностного слоя. Изнашивание и стойкость шлифовальных кругов. Понятие о самозатачивании, засаливании и правке шлифовальных кругов. Элементы техники безопасности при работе на шлифовальных станках Тема 15. Понятие об обрабатываемости материалов резанием Обрабатываемость материалов резанием, методы ее определения. Методы улучшения обрабатываемости материалов.</p>				
Оптимизация процесса резания	3	2	10	8
Тема 16. Выбор и назначение оптимальных геометрических параметров режущего инструмента Влияние геометрии инструмента на обрабатываемость материалов резанием. Понятие об оптимальной геометрии. Порядок назначения оптимальных геометрических параметров экспериментальным путем и по справочной литературе. Понятие об оптимизации режимов резания. Методы определения оптимальных режимов резания – расчетные, экспериментальные, по справочной литературе. Порядок назначения оптимальных режимов резания при точении, сверлении, фрезеровании и шлифовании по справочникам и расчетным методом. Тема 17. Основные направления развития науки и				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
практики обработки материалов резанием Адаптивное управление процессом резания. Понятие о методах автоматизированного управления процессами резания – по температуре резания, по силе резания, по звуку резания, по вибрации станка и т.д. Системы адаптивного управления на станках с ЧПУ на основе микропроцессорной техники. Развитие высокоскоростного резания. Понятие о скоростном и высокоскоростном резании. Преимущества и недостатки применения высокоскоростного резания. Мероприятия по устранению недостатков высокоскоростного резания при внедрении в производство. Новые принципы резания в условиях гибкого производства Применение новых методов резания и нового инструмента на многоцелевых обрабатывающих центрах. Особенности нетрадиционных методов обработки резанием. Особенности обработки резанием в условиях безлюдной технологии.				
ИТОГО по 5-му семестру	32	18	18	72
ИТОГО по дисциплине	32	18	18	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Токарная обработка. Назначение инструментального материала и геометрических элементов режущей части резца.
2	Элементы режима резания при токарной обработке. Расчет основного технологического времени обработки заготовок.
3	Определение скорости главного движения резания, допускаемой режущими свойствами резцов.
4	Определение силы и мощности резания при токарной обработке
5	Расчет и назначение режима токарной обработки заготовки
6	Технологические условия токарной обработки (операционные карты техпроцесса изготовления детали
7	Расчет режима обработки при торцевом, цилиндрическом, дисковом фрезеровании поверхностей заготовки
8	Расчет режима обработки при сверлении, зенкеровании, развертывании отверстий

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование силы резания
2	Исследование температуры резания
3	Шероховатость обработанной поверхности при токарной обработке
4	Деформация срезаемого слоя и определение усадки стружки
5	Исследование размерного износа режущего инструмента

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Рассчитать и спроектировать круглый фасонный резец
2	Рассчитать и спроектировать сборный токарный резец
3	Рассчитать и спроектировать ступенчатый зенкер
4	Рассчитать и спроектировать шпоночную протяжку

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся 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. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях 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 и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Макаров В. Ф. Оптимизация протягивания труднообрабатываемых материалов : монография. - Старый Оскол: ТНТ, 2014.	10
2	Макаров В. Ф. Резание материалов : учебное пособие / В. Ф. Макаров. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	15
3	Макаров В. Ф. Современные методы высокоэффективной абразивной обработки жаропрочных сталей и сплавов : учебное пособие для вузов / В. Ф. Макаров. - Санкт-Петербург[и др.]: Лань, 2013.	5
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Макаров А. Д. Оптимизация процессов резания / А. Д. Макаров. - М.: Машиностроение, 1976.	4
2	Макаров В. Ф. Выбор и назначение оптимальных условий протягивания заготовок из труднообрабатываемых материалов : учебное пособие для вузов / В. Ф. Макаров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	50
3	Старков В.К. Шлифование высокопористыми кругами / В.К. Старков. - М.: Машиностроение, 2007.	11
4	Сулима А. М. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин / А. М. Сулима, В. А. Шулов, Ю. Д. Ягодкин. - Москва: Машиностроение, 1988.	14
2.2. Периодические издания		
1	Вестник машиностроения : научно-технический и производственный журнал / Машиностроение; Вестник машиностроения. - Москва: Машиностроение, 1921 - .	
2	Металлообработка : научно-производственный журнал / Политехника. - Санкт-Петербург: Политехника, 2000 - .	
3	Научно-технические технологии в машиностроении : научно-технический и производственный журнал / Ассоциация технологов-машиностроителей. - Москва: Машиностроение, 2011 - .	

4	Справочник. Инженерный журнал : научно-технический и производственный журнал / Международный союз машиностроителей. - Москва: Машиностроение, 1997 - .	
5	СТИН : научно-технический журнал / СТИН. - Москва: СТИН, 1930 - .	
6	Технология машиностроения : обзорно-аналитический, научно-технический и производственный журнал / Технология машиностроения; Министерство промышленности и торговли Российской Федерации; Министерство образования и науки Российской Федерации; Российская инженерная академия; Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения. - Москва: Технология машиностроения, 2000 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Макаров В. Ф. Выбор и назначение оптимальных условий протягивания заготовок из труднообрабатываемых материалов : учебное пособие для вузов / В. Ф. Макаров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2782	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Макаров В. Ф. Современные методы высокоэффективной абразивной обработки труднообрабатываемых материалов : учебное пособие для вузов / В. Ф. Макаров. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3555	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Макаров В. Ф. Резание материалов : учебное пособие / В. Ф. Макаров. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib6694	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	ПК Intel Pentium Dual CPU 4000 МГц (с модификациями)	26
Лабораторная работа	Лазерный принтер Canon 810	1
Лабораторная работа	ПК Intel Pentium Dual CPU 4000 МГц (с модификациями)	26
Лекция	ПК Intel Pentium Dual CPU 4000 МГц	1
Лекция	Электронный проектор "Sony VPL-Cx86"	1
Практическое занятие	ПК Intel Pentium Dual CPU 4000 МГц (с модификациями)	26

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Резание материалов»

Приложение к рабочей программе дисциплины

**Направление
подготовки:** 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность
(профиль)
образовательной
программы:** Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств (общий профиль, СУОС)

**Квалификация
выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая
кафедра:** Инновационные технологии машиностроения

**Форма
обучения:** Очная

Курс: 3

Семестр: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 5 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине "Резание материалов"(табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

Таблица 1.1 - Виды контроля освоения компонентов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный	Рубежный		Итоговый
		ПЗ	КР	
Усвоенные знания (знает):				
3.1 Системы и средства машиностроительных производств;	ПЗ 1	КР1	ОПЗ 1	ТВ
3.2 Способы и средства совершенствования, разработки и внедрения оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий;	ПЗ 2	КР2	ОПЗ 2	
3.3 Основы выбора и эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации,	ПЗ 3	КР3	ОПЗ 3	

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный	Рубежный		Итоговый
		ПЗ	КР	
алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации;				
Освоенные умения (умеет):				
У.1 Осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств;		КР1	ОЛР1	ПЗ
У.2 Разрабатывать и внедрять оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий;			ОЛР2	ПЗ
У.3 Выбирать и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров		КР2	ОЛР3	ПЗ
		КР3		
Приобретенные владения (владеет):				
В.1 Навыками совершенствования, разработки и внедрения оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий;			ОЛР4	ПЗ
В.2 Опытном выборе и эффективного использования материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.			ОЛР5	ПЗ

ПЗ – текущий контроль в форме проверки результатов выполнения заданий практических занятий- практическое задание, ОПЗ – рубежный контроль в форме проверки отчётов по практическим занятиям; КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка знаний); С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; КЗ – комплексное задание экзамена.

1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата,

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 4 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основные положения и закономерности кинематики и динамики процесса резания материалов. », вторая КР – по модулю 2 «Основные закономерности проявления тепловых процессов, износа и стойкости режущих инструментов при резании материалов. ». Третья КР по модулю 3 "Основные закономерности выбора оптимальных условий резания для обеспечения требований по качеству поверхностного слоя обработанной детали в зависимости от обрабатываемости материала деталей машин"

Типовые задания первой КР:

1. Назовите основные этапы развития отечественной науки о резании материалов.
2. Роль отечественных ученых в формировании и развитии основных направлений теории и практики лезвийной и абразивной обработки.

Типовые задания второй КР:

1. Особенности трения и изнашивания в условиях резания.
2. Адгезионно- усталостный вид изнашивания и его проявление в условиях резания.
3. Диффузионный износ твердосплавного инструмента.
4. Окислительной (химической) вид изнашивания на операциях формообразования.

Типовые задания третьей КР:

1. Критерии оптимизации лезвийной обработки.
2. Характеристика известных расчетных методов выбора оптимальной скорости резания.

3. Термодинамические критерии выбора оптимального режима лезвийной обработки.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит 2 теоретических вопросов (ТВ) для проверки усвоенных знаний, одно практическое задание (ПЗ) для проверки усвоенных умений для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Стойкость инструмента как случайная величина.
2. Причины рассеивания стойкости партии инструментов.
3. Особенности выбора оптимальных скоростей резания при многоинструментальной обработке по критериям себестоимости и производительности.
4. Назовите известные механизмы влияния СОТС разных составов на характеристики процесса резания.
5. Роль тепловых явлений на износ при внешнем трении.
6. Особенности тепловых процессов при трении в условиях лезвийной обработки.
7. Аналитические методы оценки температурного состояния зоны резания.
8. Расчет температур на контактных площадках токарных инструментов.
9. Определение температуры резания расчетными и эксплуатационными методами.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. На примере токарного резца указать его основные геометрические параметры и дать определения углов резца
2. С использованием каталога режущих инструментов объяснить параметры выбранной сменной многогранной пластинки.
3. Представить алгоритм назначения режимов резания расчетным путем.

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1.

Типовые задания и тесты для проверки умений и владений при проведении контрольных работ

Контрольные тесты № 1 по курсу «Резание материалов»
Тема: Кинематика процесса резания

Вариант №1

№	Вопросы	№	Ответы
1	Определение главного движения резания	1	Поступательное движение заготовки
		2	Поступательное движение инструмента
		3	Снятие стружки по всей длине заготовки
		4	Снятие стружки в данном сечении заготовки
		5	Вращение заготовки
		1	Поверхность после литья , штамповки

2	Определение обработанной поверхности	2	Поверхность, образованная главным режущим лезвием
		3	Поверхность, по которой сходит стружка
		4	Поверхность, с которой снята стружка
		5	Поверхность, с которой снимается стружка
3	Определение передней поверхности	1	Поверхность, образованная стружкой
		2	Установочная поверхность резца
		3	Поверхность, по которой сходит стружка
		4	Поверхность, обращенная к заготовке
		5	Поверхность, с которой снимается стружка
4	Вспомогательная секущая плоскость	1	Плоскость, перпендикулярная плоскости резания и проходящая через вспомогательную кромку
		2	Плоскость перпендикулярная основной плоскости и проходящая через вспомогательную кромку
		3	Плоскость, касательная к вспомогательной задней поверхности
		4	Плоскость, рассекающая обе режущие кромки резца
		5	Плоскость, перпендикулярная основной плоскости и проходящая через главную режущую кромку
5	Передний угол резца	1	Угол между передней и задней поверхностями
		2	Угол между передней поверхностью и плоскостью резания
		3	Угол между передней поверхностью и плоскостью, параллельной основной плоскости и проходящей через главную режущую кромку
		4	Угол между главной режущей кромкой и плоскостью, проходящей через вершину резца параллельно основной плоскости
		5	Угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи

Критерии оценки ситуационных заданий

Оценка «пять» ставится, если обучающийся правильно ответил на все пять вопросов

Оценка «четыре» ставится, если обучающийся правильно ответил на четыре вопроса

Оценка «три» ставится, если обучающийся правильно ответил на три вопроса

Оценка «два» ставится, если обучающийся не смог ответить на три вопроса

Типовые экзаменационные вопросы и практические задания для проверки умений и владений по дисциплине "Резание материалов"

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Кинематические элементы и характеристики резания при точении: главное движение резания, движение подачи. Кинематические схемы резания при точении, фрезеровании, сверлении, протягивании.
2. Зависимость допустимой скорости резания от условий обработки. Третий закон резания. Эмпирическая формула расчета допустимой скорости резания при точении.
3. Практическое задание Расшифровать шифр державки резца по каталогу DDLNL2525-M15.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

1. Понятие об усадке стружки. Коэффициенты усадки стружки, их величины для различных материалов, физическая сущность и методы определения. Влияние условий резания на усадку стружки.
2. Методика назначения режимов резания расчетным методом
3. Практическое задание Расшифровать марки инструментальных материалов P9M5K5, У7, ХГС, Т15К6, ВК6.

Критерии оценки результатов ответов на экзамене

Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данного вопроса, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.

Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть вопроса, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.

Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.

Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данного вопроса, не может предложить путей решения, либо допускает грубые ошибки.