

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: Процессы и операции формообразования
(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

Цели изучения дисциплины:

- получение знаний о теории резания материалов в области процессов формообразования, изнашивания инструментов при различных видах обработки резанием, о качестве поверхностного слоя и механизме возникновения в нем деформаций и напряжений;
- получение знаний о конструкции и геометрических параметрах современных режущих инструментах, об особенностях эксплуатации режущих инструментов в различных условиях производства и требованиях, предъявляемых к ним;
- получение знаний о современных инструментальных материалах, их составе, свойствах, марках и области применения;
- приобретение навыков по рациональному выбору инструментальных материалов, конструкции режущих инструментов и их геометрических параметров;
- приобретение навыков по оптимальному назначению режимов резания при различных условиях обработки и достижении заданных параметров качества продукции и эффективности производства.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение закономерностей физических явлений, сопровождающих процессы формообразования при обработке материалов резанием;
- изучение механизмов износа и разрушения режущего инструмента;
- изучение конструкций режущих инструментов, их особенностей эксплуатации и проектирования;
- изучение методик выбора режущих инструментов и инструментальных материалов, а также назначение оптимальных геометрических параметров режущей части инструментов и расчетов режимов резания в зависимости от условий обработки;
- формирование умения выбирать и разрабатывать рациональные конструкции режущих инструментов для различных процессов формообразования и различных условий обработки;
- формирование умения выбирать современные инструментальные материалы и назначать геометрию режущего инструмента, а также уметь работать с основными нормативными материалами: справочниками, стандартами и каталогами;
- формирование умения выполнять расчеты по определению оптимальных режимов резания для различных процессов формообразования и условий обработки;
- формирование навыков владения приемами управления процессом резания путем изменения геометрических параметров инструмента, параметров режима резания и использования смазочно-охлаждающих технологических средств;

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методы формообразования поверхностей деталей;
- процесс резания материалов и его основные закономерности, кинематика и динамика резания, механизм стружкообразования и тепловые явления, сопровождающие процесс резания;
- качество поверхностного слоя изготавливаемой детали;
- износ и стойкость режущих инструментов
- конструктивные и геометрические параметры различных режущих инструментов;
- инструменты для обработки отверстий и поверхностей, нарезания резьбы и зубчатых колес;
- инструментальные материалы и режимы 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
ОПК-11	ИД-1ОПК-11	знание методов формообразования поверхностей деталей машин и кинематики обработки резанием, видов и критериев износа, стойкости режущего инструмента и методов ее повышения	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	умение выбирать инструментальные материалы и геометрические параметры режущего инструмента в зависимости от технологических операций и условий обработки	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	владение методикой выбора режущих инструментов, обеспечивающих осуществление качественного и эффективного технологического процесса	Владеет навыком разработки рациональных технологических процессов изготовления продукции, применения инструментов, эффективного оборудования, определения технологических режимов и показателей качества изготовленной продукции	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-13	ИД-1ОПК-13	знание влияния элементов системы резания на эффективность технологического процесса; состава, марок, технологических и эксплуатационных свойств инструментальных материалов и принципов их выбора для различных технологических операций и условий обработки	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	Контрольная работа
ОПК-13	ИД-2ОПК-13	умение анализировать и выявлять причины влияния различных условий обработки на качественные параметры обрабатываемых изделий	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	Отчёт по практическому занятию
ОПК-13	ИД-3ОПК-13	владение приемами управления элементами системы резания и оценкой их влияния на эффективность технологического процесса	Владеет навыками контроля качества материалов, технологических процессов, готовой машиностроительной продукции стандартными методами, анализа производственных процессов на предмет нарушения установленных технологий изготовления продукции	Защита лабораторной работы
ОПК-14	ИД-1ОПК-14	знание физических, кинематических, динамических и термодинамических особенностей процессов обработки материалов резанием; методики	Знает методы достижения технологичности и конкурентоспособности изделий машиностроения, организацию контроля качества и управления технологическими	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		расчета режимов резания для различных технологических операций и условий обработки	процессами, правила разработки технологических процессов	
ОПК-14	ИД-2ОПК-14	умение выполнять расчеты по определению оптимальных режимов резания и контролировать их соблюдение для различных операций и условий обработки	Умеет осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины	Защита лабораторной работы
ОПК-14	ИД-3ОПК-14	владение способами отработки на технологичность и терминологией в области резания материалов и режущего инструмента, способами разработки технологичных конструкций основных типов режущих инструментов с соблюдением требований, предъявляемых к ним и знание системы их обозначения по ИСО	Владеет навыками отработки конструкций на технологичность	Курсовая работа
ОПК-6	ИД-1ОПК-6	знание общих понятий о конструктивных, режущих и геометрических параметрах основных типов режущих инструментов, принципов их работы, выбора и назначения в зависимости от условий обработки и видов технологических операций	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	умение пользоваться нормативными материалами и программными средствами при решении различных технологических задач и разработке режущего инструмента	Умеет использовать информационно-коммуникационные технологии при решении основных задач профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы
ОПК-6	ИД-3ОПК-6	владение программной методикой назначения	Владеет навыками использования	Отчёт по практическо

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		оптимальных режимов резания, обеспечивающей осуществление качественной и эффективной обработки	информационно-коммуникационных технологий при решении профессиональных задач	му занятию

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	СРС
5-й семестр				

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 понятия и определения теории резания.	4	2	4	9
<p>Тема 1. Понятия о системе резания как о совокупности одновременно совершаемых взаимосвязанных процессов. Кинематика резания: движения процесса резания (главное движение, движение подачи и вспомогательное движение); комбинации процесса резания и их классификация (свободное и несвободное резание, прямоугольное и косоугольное резание и др. комбинации процесса резания); кинематическая схема процесса резания при различных процессах формообразования.</p> <p>Тема 2. Конструкция, части, поверхности и режущие элементы резца, сверла и прочих режущих инструментов. Поверхность резания, обработанная и обрабатываемая поверхности заготовки. Координатные плоскости (основная и рабочая плоскости, плоскость резания, главная и вспомогательная секущая плоскости). Инструментальная, статическая и кинематическая системы координат. Углы режущего инструмента.</p> <p>Тема 3. Кинематическое изменение геометрических параметров режущего инструмента. Изменение углов резца в зависимости от положения его вершины относительно оси центров. Изменение углов резца при токарной обработке с продольной и поперечной подачей. Элементы режима резания и срезаемого слоя.</p> <p>Тема 4. Инструментальные материалы и их классификация. Углеродистые, легированные и быстрорежущие инструментальные стали. Металлокерамические и минералокерамические твердые сплавы. Сверхтвердые синтетические поликристаллические инструментальные материалы. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Состав, свойства, марки и область применения инструментальных материалов в зависимости от обрабатываемых материалов, способов и условий обработки.</p>				
Физические основы процесса резания материалов.	10	10	2	16
Тема 5. Понятие о процессе стружкообразования: деформация и напряжения при резании. Основные гипотезы процесса стружкообразования. Методы изучения деформаций при резании. Типы стружек, влияние условий резания на тип стружки. Усадка стружки, ее физическая сущность и методы определения. Влияние условий резания на коэффициент усадки стружки. Нарос и природа его образования. Факторы, влияющие на величину и устойчивость нароста. Влияние нароста на процесс резания, его положительные и отрицательные				

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>стороны. Методы борьбы с наростообразованием.</p> <p>Тема 6. Система сил, действующих в процессе резания на инструмент, заготовку и станок. Сила резания при точении и ее составляющие. Влияние условий обработки на силу резания. Работа и мощность резания. Экспериментальное определение составляющих силы резания.</p> <p>Тема 7. Основные источники образования теплоты при резании. Тепловые потоки в зоне резания. Уравнения теплового баланса. Температура резания и температурное поле. Оптимальная температура резания. Влияние условий обработки на температуру резания и качество продукции. Методы экспериментального определения температуры резания.</p> <p>Тема 8. Виды износа режущего инструмента. Хрупкое разрушение инструмента, пластическое течение и пластическая деформация режущего клина инструмента. Развитие очагов износа на контактных площадках режущего инструмента. Критерии износа режущего инструмента. Зависимость величины износа от условий обработки. Период стойкости инструмента. Зависимость «скорость резания – стойкость» ее графическое и аналитическое выражение. Методы повышения стойкости. Методика назначения оптимальных режимов резания при различных условиях обработки.</p> <p>Тема 9. Понятие о поверхностном слое, образующемся при резании. Качество поверхностного слоя и параметры его оценки. Влияние способов обработки и режимов резания на параметры поверхностного слоя и эксплуатационные свойства деталей машин. Смазочно-охлаждающие технологические среды (СОТС), их классификация и требования предъявляемые к ним. Сущность действия СОТС в процессе резания и их влияние на качество продукции.</p>				
Формообразование при токарной обработке.	2	0	4	13
<p>10. Продольное и поперечное точение, подрезка торцов, отрезка и прорезка канавок, растачивание. Классификация резцов. Разновидности резцов по направлению подачи, по форме державки и по форме передней поверхности, их область применения. Конструкция токарных резцов оснащенных сменными многогранными пластинами и способы крепления режущих пластин. Особенности резцов используемых на станках с ЧПУ и гибких производственных</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
модулях. Геометрические параметры токарных резцов и их назначение от условий обработки. Тема 11. Назначение, классификация, технологические возможности и область применения фасонных резцов. Аналитический и графический методы профилирования фасонных резцов. Образование, выбор и изменение передних и задних углов на участках профиля, параллельных оси детали. Определение боковых задних углов на наклонных и криволинейных участках профиля.				
Формообразование при обработке отверстий.	4	4	2	22
Тема 12. Сверление, рассверливание, зенкерование и развертывание: особенности процесса резания, кинематика резания и изменение углов сверла в процессе резания, элементы режима резания и срезаемого слоя. Конструктивные и геометрические параметры сверл, зенкеров и развёрток, их назначение, область применения и технологические возможности. Способы повышения стойкости сверл. Обработка точных отверстий, пазов, канавок. Понятие о разбивке и причинах ее возникновения. Определение величины разбивки и исполнительных размеров инструментов. Тема 13. Протягивание: схемы протягивания, кинематика резания, элементы режима резания и срезаемого слоя. Конструктивные и геометрические параметры протяжек. Классификация протяжек: круглых, многогранных, плоских, шлицевых. Прошивки и их конструктивные особенности.				
Формообразование при обработке плоских и линейчатых поверхностей.	4	2	4	4
Тема 14. Фрезерование: особенности фрезерования, кинематика резания, элементы срезаемого слоя и режима резания. Понятие о неравномерности фрезерования, встречное и попутное фрезерование. Фрезы с острозаточенными зубьями, область применения, технологические возможности, основные части, режущие элементы и геометрические параметры. Назначение, технологические возможности и область применения фрез с затылованными зубьями, понятие о процессе затылования, их геометрические параметры. Тема 15. Строгание и долбление: кинематика резания, элементы срезаемого слоя и режима резания. Конструкция и геометрия строгальных и долбежных резцов.				
Формообразование при обработке сложных поверхностей.	4	0	0	4

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 16. Обработка зубчатых колес способом копирования и инструменты, предназначенные для этого, их технологические возможности и область применения. Конструктивные особенности концевой и дисковой зуборезной фрезы. Обработка зубчатых колес способом обкатки и инструменты, предназначенные для этого, их технологические возможности и область применения. Особенности конструкции, режущие элементы и геометрические параметры червячной фрезы и прямозубого долбяка. Тема 17. Резьбообразующие инструменты их назначение область применения и технологические возможности. Основные части, режущие элементы и геометрические параметры слесарного метчика, круглой плашки. Комплекты метчиков. Резьбонакотные ролики и плашки, особенности конструкции и основные конструктивные параметры.				
Формообразование при шлифовании.	4	0	2	4
Тема 18. Особенности процесса шлифования и образовавшегося поверхностного слоя. Конструкция и геометрические параметры отрезного шлифовального круга. Разновидности методов шлифования: плоское, круглое, безцентровое, глубинное, отрезное и др. методы. Методы повышения качества при шлифовании. Тема 19. Классификация абразивных инструментов, их область применения и особенности эксплуатации. Форма и конструкции абразивных инструментов. Абразивные материалы, их состав, марки и свойства. Сверхтвердые материалы (СТМ): природные и синтетические алмазы, кубический нитрид бора их состав, область применения. Характеристика и маркировка абразивных инструментов и инструментов из СТМ. Выбор характеристик абразивных инструментов в зависимости от усилий обработки.				
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	Решение задач на определение геометрических параметров режущего клина.
2	Решение задач на нахождение действительных углов резца.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
3	Анализ физико-механических свойств и области применения инструментальных материалов и расшифровка их марок.
4	Анализ зависимостей физических явлений происходящих в зоне резания от условий резания.
5	Анализ зависимости износа режущего инструмента от условий резания.
6	Освоение методик назначения режимов резания и выбора режущих инструментов для оснащения технологического процесса токарной обработки.
7	Определение величины разбивки и исполнительных размеров инструментов, обрабатывающих точные элементы деталей.
8	Освоение методик назначения режимов резания и выбора режущих инструментов для оснащения технологического процесса фрезерной обработки.
9	Расшифровка характеристик абразивных инструментов и назначение режимов резания при шлифовании.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Конструктивные части, режущие элементы и геометрические параметры резцов.
2	Деформация срезаемого слоя и определение усадки стружки.
3	Температура резания при точении.
4	Исследование размерного износа режущего инструмента.
5	Конструктивные части, режущие элементы и геометрические параметры спирального сверла.
6	Конструктивные части, режущие элементы и геометрические параметры фрез.

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Расчет и проектирование проходного резца.
2	Расчет и проектирование цилиндрической фрезы
3	Расчет и проектирование дисковой фрезы
4	Расчет и проектирование концевой фрезы
5	Расчет и проектирование долбяка
6	Расчет и проектирование метчика
7	Расчет и проектирование протяжки
8	Расчет и проектирование ступенчатого зенкера

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	Абляз Т. Р. Процессы формообразования и инструменты : учебное пособие / Т. Р. Абляз, К. Р. Муратов, А. С. Кузнецов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	20
2	Макаров В. Ф. Резание материалов : учебное пособие / В. Ф. Макаров. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	15

3	Режущий инструмент : альбом : учебное пособие для вузов / В. А. Гречишников [и др.]. - Москва Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007.	161
4	Режущий инструмент : учебник для вузов / Д. В. Кожевников [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2014.	1
5	Черепяхин А. А. Процессы и операции формообразования : учебник / А. А. Черепяхин, Р. Р. Клепиков. - Москва: КУРС, ИНФРА-М, 2019.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов. - М.: Машиностроение, 2007.	22
2	Инструментальное оснащение технологических процессов металлообработки : учебник для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	58
3	Режущий инструмент : учебник для вузов / Д. В. Кожевников [и др.]. - Москва: Машиностроение, 2014.	1
4	Т. 1 / А. Д. Локтев [и др.]. - Москва: , Машиностроение, 1991. - (Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник : в 2 т.; Т. 1).	50
5	Т. 2 / А. Д. Локтев [и др.]. - Москва: , Машиностроение, 1991. - (Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник : в 2 т.; Т. 2).	33
6	Формообразование и режущие инструменты : учебное пособие для вузов / А. Н. Овсенко [и др.]. - Москва: ФОРУМ, 2010.	4
2.2. Периодические издания		
1	Вестник машиностроения : научно-технический и производственный журнал / Машиностроение; Вестник машиностроения. - Москва: Машиностроение, 1921 - .	
2	СТИН : научно-технический журнал / СТИН. - Москва: СТИН, 1930 - .	
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	Перевозников В. К. Инструментальное оснащение технологических процессов металлообработки : учебное пособие / В. К. Перевозников, В. А. Иванов, А. В. Иванов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUElib3051	локальная сеть; 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
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	SOLIDWORKS Education Edition (дог.№ L271113-83М от 27.10.2013 каф.РКТЭС АКФ)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Компас-3D V14, ПНИПУ 2013 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
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/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Персональные компьютеры	12
Лабораторная работа	Лаборатория резания материалов (128, корпус АДФ), оснащенная металлообрабатывающими станками, измерительным оборудованием	1
Лекция	Аудитория резания материалов (119, корпус АДФ), оснащенная плакатами, наглядными пособиями, каталогами станков и инструмента	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Процессы и операции формообразования»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Направленность (профиль) образовательной программы:	Технологии цифрового проектирования и производства в машиностроении
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Инновационные технологии машиностроения
Форма обучения:	Очная
Курс: 3	Семестр: 5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	5 3Е
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Экзамен: 5 семестр; Курсовая работа: 5 семестр	

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Процессы и операции формообразования».

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 (табл. 1.1).

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

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный			Итоговый
	ТТ	ТО	ЛР	КР	ПЗ	Экзамен Курс. работа
Усвоенные знания						
3.1. знать общие понятия о конструктивных, режущих и геометрических параметрах основных типов режущих инструментов, принципы их работы, выбора и назначения в зависимости от условий обработки и видов технологических операций		ТО1		КР1		ТВ
3.2. знать методы формообразования поверхностей деталей машин и кинематику обработки резанием, виды и критерии износа, стойкость режущего инструмента и методов ее повышения	ТТ1			КР1		ТВ
3.3. знать влияние элементов системы резания на эффективность технологического процесса; состав, марки, технологические и эксплуатационные свойства инструментальных материалов и принципы их выбора для различных технологических операций и условий обработки		ТО2		КР2		ТВ
3.4. знать физические, кинематические, динамические и термодинамические особенности процессов обработки материалов резанием; методику расчета режимов резания для различных технологических операций и условий обработки	ТТ2			КР2		ТВ

Освоенные умения						
У.1. уметь пользоваться нормативными материалами и программными средствами при решении различных технологических задач и разработке режущего инструмента			ЛР1		ПЗ1 ПЗ2	КЗ
У.2. уметь выбирать инструментальные материалы и геометрические параметры режущего инструмента в зависимости от технологических операций и условий обработки			ЛР2 ЛР3	КР1	ПЗ3 ПЗ4	КЗ
У.3. уметь анализировать и выявлять причины влияния различных условий обработки на качественные параметры обрабатываемых изделий			ЛР4 ЛР5	КР2	ПЗ5 ПЗ6	КЗ
У.4. уметь выполнять расчеты по определению оптимальных режимов резания и контролировать их соблюдение для различных операций и условий обработки			ЛР6		ПЗ7 ПЗ8 ПЗ9	КЗ
Приобретенные владения						
В.1. владеть программной методикой назначения оптимальных режимов резания, обеспечивающей осуществление качественной и эффективной обработки			ЛР1			КЗ
В.2. владеть методикой выбора режущих инструментов, обеспечивающих осуществление качественного и эффективного технологического процесса			ЛР2 ЛР3			КЗ
В.3. владеть приемами управления элементами системы резания и оценкой их влияния на эффективность технологического процесса			ЛР4 ЛР5			КЗ
В.4. владеть способами отработки на технологичность и терминологией в области резания материалов и режущего инструмента, способами разработки технологичных конструкций основных типов режущих инструментов с соблюдением требований, предъявляемых к ним и знанием системы их обозначения по ИСО			ЛР6			КЗ

ТТ – текущее тестирование по теме; ТО – теоретический опрос; ЛР – отчет по лабораторной работе; КР – контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание (курсовая работа).

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

2. 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, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме тестирования 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. Пример теста текущего контроля по одному из разделов представлен в Приложении 1.

2.2. Рубежный контроль

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

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 6 лабораторных работ. 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. Защита практических работ

Всего запланировано 9 практических работ. Темы практических работ приведены в РПД.

Защита практических работ проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1

«Основные сведения о процессе резания», вторая КР – по модулю 2 «Операции формообразования поверхностей заготовки и режущий инструмент, используемый при этом».

Типовые задания первой КР:

1. Определение элементов режима резания.

Определите скорость резания V , минутную подачу $S_{\text{мин}}$ и глубину резания t при точении детали диаметром d . Диаметр заготовки D , число оборотов шпинделя n , оборотная подача S приведены в таблице.

2. Анализ сущности физических явлений в процессе стружкообразования.

Объясните ход кривой, выражающей зависимость коэффициента усадки стружки от скорости резания в указанных на рисунке интервалах скоростей. Исходные данные приведены в таблице.

3. Анализ зависимости физических явлений в зоне резания от условий резания.

Непрерывная токарная обработка детали проводится при следующих режимах резания: глубина резания t мм; подача S мм/об; скорость резания V м/мин. Резание ведется резцом с геометрическими параметрами α , γ , ϕ . Какие физические явления в зоне резания или на поверхности детали изменятся и как, если изменится одно из условий резания? Исходные данные приведены в таблице.

Типовые задания второй КР:

1. Анализ физико-механических свойств инструментальных материалов.

Выберите из приведенного ниже ряда марку инструментального материала, который будет оптимальным для обработки указанного в таблице конструкционного материала при условии, что температура резания достигает указанной $t^{\circ}\text{C}$. Марки инструментальных материалов: У12, ХВГ, 9ХС, Р6М5, ТТ7К12, ЦМ332, ВОР61, Т15К6.

2. Построение сечений токарного проходного резца.

Построить в масштабе сечения резца в главной и вспомогательной секущих плоскостях, выдерживая заданные размеры и углы заточки. Считать, что процесс резания ведется с продольной подачей, направление подачи справа налево. Расстояние от опорной плоскости резца до его вершины 24 мм. Общий вид резца изображен на рисунке. Исходные данные приведены в таблице.

3. Определение действительных углов заточки токарного проходного резца.

Определите величину действительных углов в процессе резания у токарного проходного резца, если его вершина установлена выше или ниже оси центров станка на h мм, диаметр детали D , статические углы заточки $\alpha_{\text{ст}}$, $\gamma_{\text{ст}}$. Выполните эскиз установки резца с указанием статических и действительных углов. Исходные данные приведены в таблице.

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 два теоретических вопроса (ТВ) для проверки усвоенных знаний. Практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений проверяются на контрольных работах. Контроль уровня приобретенных умений и владений всех заявленных компетенций осуществляется при помощи курсовой работы, которая является комплексным заданием (КЗ).

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

Комплект билетов представлен в Приложении 2.

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 образовательной 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 образовательной программы.

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.

Тест по разделу «Основные понятия и определения теории резания»

Завершите утверждения, выбрав один из предлагаемых вариантов окончания.

1. Режущий клин ограничен:
 - а) только передней поверхностью; б) передней и задней поверхностями; в) только задней поверхностью.
2. Передняя поверхность – это поверхность:
 - а) обращенная к обрабатываемой поверхности заготовки; б) по которой сходит стружка.
3. Задняя поверхность – это поверхность:
 - а) обращенная к обрабатываемой поверхности заготовки; б) по которой сходит стружка.
4. Угол подачи μ расположен между векторами:
 - а) V и U_e ; б) S и U_e ; в) V и S .
5. Угол скорости резания η расположен между векторами:
 - а) V и U_e ; б) S и U_e ; в) V и S .
6. Режим резания определяется совокупностью элементов:
 - а) V и S ; б) V, S, t ; в) V, S, t, τ_0 ; г) S_0, S_m, t .
7. Свободное резание выполняется при участии:
 - а) главной и вспомогательной режущих кромок; б) только главной режущей кромки; в) только вспомогательной режущей кромки.

Завершите утверждения, вписывая в пропущенные строки недостающую информацию.

1. Режущая кромка образуется пересечением _____ и _____ поверхностей.
2. Основные движения при резании металлов подразделяются на _____ и _____, которые соответственно обозначаются _____, _____.
3. Результирующее движение – это суммарное движение _____ и _____, которое обозначается _____.
4. Скорость резания при известном числе оборотов шпинделя определяется по формуле _____ и измеряется в _____.
5. Глубину резания при точении определяют по формуле _____, при сверлении – _____, при цилиндрическом фрезеровании – _____ и измеряют в _____.
6. С наибольшей скоростью совершается _____ движение.
7. Врезание инструмента в новые слои металла обеспечивает движение _____.
8. Глубина резания – это расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностями заготовки, измеренное _____.
9. Скоростью резания называется путь, пройденный _____ _____ в направлении _____ за единицу времени.
10. Подача на оборот – это путь точки режущей кромки инструмента в направлении движения _____ за один оборот _____.

В заданиях установите соответствие информации левого и правого столбцов и заполните форму ответа.

Соотнесите поверхности заготовки при обработке с их определениями.

ПОВЕРХНОСТИ ЗАГОТОВКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ	ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ
1) Обработанная поверхность	А. Поверхность, по которой снята стружка
2) Обрабатываемая поверхность	Б. Поверхность, образованная непосредственно режущей кромкой инструмента
3) Поверхность резания	В. Поверхность, с которой снимается стружка

Составьте определение из приведенных понятий, располагая их в правильной последовательности. Ответ можно записать в виде определения или проставив в пустых прямоугольниках соответствующие цифры.

Составьте определение резания металлов.

«Резание металлов – это»

	режущего инструмента		с помощью		с заготовки
	в основе режущей части которого		удаления		лежит
	операция		режущий клин		слоя металла

**Экзаменационные билеты по дисциплине
«Процессы и операции формообразования»**

Билет №1

1. Кинематика резания. Движение резания и составляющие его элементы. Количественные характеристики элементарных движений в процессе резания.
2. Способы крепления режущего инструмента.

Билет №2

1. Координатные системы: инструментальная, статическая и кинематическая. Их назначение и роль в изучении процесса резания. Плоскости координатных систем, их определение и расположение в различных видах обработки резанием.
2. Фасонные резцы. Классификация, виды, конструктивные и геометрические параметры, точность обработки.

Билет №3

1. Снимаемый слой и его размеры, припуск и глубина резания. Показать на примерах различия видов обработки резанием.
2. Способы крепления рабочей части режущего инструмента.

Билет №4

1. Срезаемый слой и сечение среза. Ширина и толщина среза. Площадь сечения срезаемого слоя. Показать на примерах различных видов обработки резанием.
2. Резцы. Классификация, геометрические параметры. Характеристики и выбор параметров резцов с механическим креплением пластин.

Билет №5

1. Номинальное и действительное сечение среза. Показать на примерах различных видов обработки резанием.
2. Расточной инструмент. Виды, особенности конструкций.

Билет №6

1. Требования, предъявляемые к инструментальным материалам. Виды инструментальных материалов.
2. Осевой инструмент для обработки отверстий. Классификация, общие конструктивные элементы. Комбинированный осевой инструмент.

Билет №7

1. Углеродистые инструментальные стали, их состав, принцип маркирования, основные марки, свойства и применение.
2. Сверла. Виды, особенности конструкций.

Билет №8

1. Легированные инструментальные стали, их состав, принцип маркирования, основные марки, свойства и применение.
2. Конструктивные и геометрические параметры спиральных сверл.

Билет №9

1. Быстрорежущие инструментальные стали, их состав, принцип маркирования, основные марки, свойства и применение.
2. Зенкеры. Виды, особенности конструкций.

Билет №10

1. Твердые сплавы, их состав, классификация, принцип маркирования, основные марки по группам, свойства и применение.
2. Развертки. Виды, особенности конструкций.

Билет №11

1. Минералокерамика и керметы, их состав, основные марки, свойства и применение.
2. Фрезы. Основные типы, их конструктивные особенности.

Билет №12

1. Алмаз и его заменители (искусственный алмаз и сверхтвердые материалы), основные марки, свойства и применение.
2. Затылованные фрезы. Особенности конструкции. Назначение и параметры затылования.

Билет №13

1. Абразивные материалы, их виды, маркировка, свойства и применение.
2. Характеристики и выбор параметров фрез с механическим креплением пластин.
Конструктивные и геометрические параметры фрез.

Билет №14

1. Виды стружек при резании, влияние обрабатываемого и инструментального материалов, режима резания и геометрии инструмента на вид стружки. Этапы стружкообразования элементной и сливной стружки.
2. Протяжки. Виды, схемы резания, конструктивные и геометрические параметры.

Билет №15

1. Деформированное состояние зоны резания: зона первичной деформации, плоскость и угол сдвига, зона вторичной деформации, застойная зона, поперечная и продольная текстура стружки.
2. Инструмент для образования резьбы. Классификация. Резьбонарезные резцы. Виды, особенности конструкций, схемы нарезания резьбы.

Билет №16

1. Нарост при резании, сущность явления, динамика нароста, положительная и отрицательная роль нароста, влияние условий обработки на наростообразование.
2. Метчики. Общие конструктивные элементы и особенности различных типов.

Билет №17

1. Усадка стружки, коэффициенты усадки, зависимость усадки от переднего угла и прочих условий обработки. Методы определения усадки стружки, весовой метод.
2. Резьбонарезные головки, резьбовые фрезы и головки для скоростного нарезания резьбы. Виды, особенности конструкций.

Билет №18

1. Напряженное состояние зоны резания.
2. Зуборезный инструмент, работающий по методу копирования. Виды, особенности конструкций.

Билет №19

1. Силы резания, контактные силы на поверхностях инструмента, сила сопротивления резания. Разложение силы сопротивления резания на составляющие, соотношения между ними.
2. Зуборезный инструмент, работающий по методу обката. Виды, особенности конструкций.

Билет №20

1. Зависимость силы резания от условий обработки (элементов режима резания, геометрия инструмента).
2. Зуборезный инструмент для обработки конических колес. Виды, особенности конструкций.

Билет №21

1. Тепло и температура резания. Определение общего тепла резания. Источники теплообразования при резании. Тепловой баланс при резании.
2. Круглые плашки, их конструкция и геометрические параметры.

Билет №22

1. Температурное поле и контактные температуры.
2. Резьбовые фрезы, их типы, конструкции.

Билет №23

1. Тепловые потоки в зоне резания. Зависимость теплообменных потоков от времени.
2. Инструменты для накатывания резьбы. Типы, принцип работы.

Билет №24

1. Износ инструмента, виды изнашивания.
2. Дисковые и концевые фрезы для обработки зубьев цилиндрических колес.

Билет №25

1. Механическое и абразивное изнашивание инструмента, зависимость износа от времени обработки.
2. Зуборезные долбяки, их виды и особенности конструкции.

Билет №26

1. Адгезионно-диффузионное изнашивание, его физическая сущность, зависимость от условий обработки.
2. Червячные зуборезные фрезы, конструкции и принцип работы.

Билет №27

1. Критерии износа режущих инструментов и их использование.
2. Фрезы сборной конструкции. Твердосплавные фрезы.

Билет №28

1. Влияние на стойкость инструмента режима резания и геометрии лезвия.
2. Зуборезные долбяки, их виды и особенности конструкции.

Билет №29

1. Качество обработанной поверхности (шероховатость и физико-механические свойства), влияние на качество обработки технологических факторов и геометрии инструмента.
2. Подсистемы и системы вспомогательных инструментов для станков с ЧПУ.

Билет №30

1. Структура системы резания. Взаимосвязь явлений при обработке резанием.
2. Перовые сверла. Сверла для глубокого сверления. Головки кольцевого сверления.