


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ  
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
естественнонаучных и  
общеобразовательных дисциплин

  
С.Е. Зюзин

01.09.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.05 Процессы формообразования и инструмент**

**1. Код и наименование направления подготовки:**

15.03.01 Машиностроение

**2. Профиль подготовки:**

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

**3. Квалификация выпускника: бакалавр**

**4. Форма обучения: очная, заочная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: естественнонаучных и общеобразовательных дисциплин**

**6. Составитель программы: С.Л. Панченко, кандидат технических наук, И.И. Евдокимова, старший преподаватель**

**7. Рекомендована: научно-методическим советом Филиала 04.07.2022 протокол № 9**

**8. Семестры: 5 (офо), 5, 6 (зфо)**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- изучение основных закономерностей процессов механической обработки;
- изучение принципов и методов проектирования и расчета металлорежущих инструментов, в том числе в условиях автоматизированного производства.

*Задачи учебной дисциплины:*

- раскрыть основные закономерности процессов механической обработки деталей машин;
- научить практике применения расчетных методов для определения параметров процессов механической обработки (точения, сверления, фрезерования, протягивания, шлифования и т. д.);
- развить в студентах умения и навыки применения расчетных методов и принципов проектирования металлорежущих инструментов.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Процессы формообразования и инструмент» входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной дисциплиной вариативной части образовательной программы. Для изучения дисциплины требуется освоение курсов «Материаловедение». Дисциплина является предшествующей для курсов «Основы технологии машиностроения», «Технология изготовления деталей», «Технология машиностроения».

Условия реализации дисциплины для лиц с ОВЗ определяются особенностями восприятия учебной информации и с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен производить технологическую подготовку и обеспечение производства деталей машиностроения средней сложности	ПК-2.1	Выбирает заготовки для производства деталей машиностроения.	Знать: - критерии качественной оценки технологичности конструкции деталей машиностроения средней сложности; - технологические свойства конструкционных материалов деталей машиностроения; - технические требования, предъявляемые к сырью и материалам; - характеристики видов, методов получения, особенности способов изготовления заготовок деталей машиностроения; - методы и способы контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения; средней сложности - принципы выбора технологических баз и схем базирования заготовок; - типовые технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности; - технологические факторы, влияющие на точность обработки поверхностей деталей машиностроения средней сложности; - принципы выбора технологического оборудования и технологической оснастки; - методику расчета экономической эффективности технологических процессов; - правила эксплуатации технологического оборудования и технологической оснастки,
		ПК-2.2	Разрабатывает технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности.	

				<p>используемых при реализации технологических процессов изготовления деталей машиностроения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основное технологическое оборудование рабочих мест механообрабатывающего производства и принципы его работы.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять нетехнологичные элементы конструкций деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- разрабатывать предложения по повышению технологичности конструкций деталей машиностроения;</li> <li>- рассчитывать основные и вспомогательные показатели количественной оценки технологичности конструкции деталей машиностроения;</li> <li>- устанавливать по марке материала технологические свойства материалов деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- выявлять конструктивные особенности деталей машиностроения средней сложности, влияющие на выбор способа получения заготовки;</li> <li>- устанавливать основные требования к проектируемым заготовкам деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- выбирать схемы контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения средней сложности;</li> <li>- выбирать схемы базирования и закрепления, рассчитывать силы закрепления заготовок деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- разрабатывать маршрутные технологические операционные технологические процессы изготовления деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- рассчитывать погрешности обработки, припуски на обработку, промежуточные размеры деталей при выполнении операций изготовления деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- рассчитывать технологические режимы технологических операций изготовления деталей машиностроения;</li> <li>- нормировать технологические операции изготовления деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- рассчитывать нормы расхода сырья, полуфабрикатов, материалов, инструментов, технологического топлива, энергии в технологических операциях изготовления деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- оформлять технологическую документацию на разработанные технологические процессы изготовления деталей машиностроения.</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p>
--	--	--	--	---

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- качественной и количественной оценки технологичности конструкции деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- разработки технических заданий на проектирование заготовок деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации;</li> <li>- выявления основных технологических задач, решаемых при разработке технологических процессов изготовления деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- исследования технологических операций и технологических процессов изготовления деталей машиностроения средней сложности;</li> <li>- контроля предложений по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанных специалистами более низкой квалификации;</li> <li>- обследования технического и технологического уровня оснащения рабочих мест;</li> <li>- разработки планировок рабочих мест.</li> </ul>
ПК-3	Способен обеспечивать качество изделий машиностроения средней сложности	ПК-3.2.	Разрабатывает рекомендации по предупреждению брака в производстве изделий машиностроения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технические требования, предъявляемые к изготавливаемым изделиям средней сложности;</li> <li>- содержание и режимы технологических процессов, реализуемых в организации;</li> <li>- точностные характеристики используемого технологического оборудования и оснастки;</li> <li>- Государственные стандарты и локальные нормативные акты, регламентирующие вопросы качества изготавливаемых изделий, хранения материалов, заготовок, комплектующих и готовых изделий, вопросы организации рабочих мест;</li> <li>- Государственные стандарты и локальные нормативные акты, регламентирующие условия проведения измерений, вопросы разработки и аттестации методик испытаний;</li> <li>- требования к комплектности технологической и конструкторской документации;</li> <li>- требования к качеству изготавливаемых в организации изделий, к техническому состоянию оснастки, инструмента, средств измерений и сроков проведения их поверки;</li> <li>- методики выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых изделий, методики статистической обработки результатов измерений и контроля;</li> <li>- методики выполнения измерений и контроля изделий средней сложности, применяемые в организации;</li> <li>- области применения статистической обработки результатов измерений и контроля, методов измерений и контроля.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять статистическую обработку результатов контроля и измерений изделий</li> </ul>

			<p>средней сложности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять соответствие характеристик изделий средней сложности государственным, отраслевым стандартам, стандартам предприятий, конструкторским и технологическим документам;</li> <li>- анализировать производственную ситуацию, режимы работы технологического оборудования и технологической оснастки, параметры реализуемых технологических процессов;</li> <li>- производить точностные расчеты операций изготовления деталей средней сложности;</li> <li>- формировать технологические решения, направленные на повышение точности изготовления деталей средней сложности;</li> <li>- оформлять производственно-техническую документацию ;</li> <li>- применять программное обеспечение для выполнения расчетов;</li> <li>- использовать средства измерения для проведения контроля параметров изготавливаемых изделий на рабочих местах;</li> <li>- определять этапы технологического процесса, оказывающие наибольшее влияние на качество изготавливаемых изделий;</li> <li>- использовать методики контроля и измерений изготавливаемых изделий на рабочих местах</li> <li>- анализировать возможности методов и средств контроля и измерений;</li> <li>- определять факторы, влияющие на погрешность измерений;</li> <li>- рассчитывать допустимую погрешность измерений при контроле изделия средней сложности;</li> <li>- разрабатывать алгоритм обработки результатов измерений и принятия решения о годности изделия средней сложности.</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сбора информации о наличии рекламаций на изделия средней сложности и фиксации их в журнале учета;</li> <li>- анализа рекламаций и изучения причин возникновения дефектов;</li> <li>- систематизации данных о фактическом уровне качества изделий средней сложности;</li> <li>- разработки предложений по уменьшению влияния технологических факторов на точность изготовления и сборки деталей средней сложности и предупреждению брака;</li> <li>- разработки методик и инструкций по текущему контролю производства;</li> <li>- инспекционного выборочного контроля на рабочих местах качества изготовления изделий, технической документации, соответствующей выполняемой работе, соблюдения требований технологических документов и стандартов организации;</li> <li>- инспекционного выборочного контроля условий хранения материалов, заготовок, комплектующих и готовых изделий и соблюдения сроков проведения их поверки;</li> </ul>
--	--	--	--

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- определения номенклатуры измеряемых параметров и норм точности измерений изделия средней сложности;</li> <li>- выбора последовательности и условий проведения контроля изделия средней сложности;</li> <li>- оформления документации на методику проведения контроля изделия средней сложности.</li> </ul>
--	--	--	--	---

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 5/180.**

**Форма промежуточной аттестации** зачет с оценкой, курсовая работа.

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

#### ОФО

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		5 семестр		
Контактная работа	84	84		
в том числе:	лекции	34	34	
	практические	34	34	
	лабораторные	18	18	
Самостоятельная работа	94	94		
в том числе: курсовая работа (проект)	36	36		
Итого:	180	180		

#### ЗФО

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		5 семестр	6 семестр	
Контактная работа	34	24	10	
в том числе:	лекции	14	10	
	практические	16	10	
	лабораторные	4	4	
Самостоятельная работа	142	84	58	
в том числе: курсовая работа (проект)	36	0	36	
Промежуточная аттестация	4	–	4	
Итого:	180	108	72	

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Инструментальные материалы	Углеродистые инструментальные стали, быстрорежущие стали, металлокерамические твердые сплавы, минералокерамические инструментальные материалы, абразивные материалы, сверхтвердые материалы.	
1.2	Основные понятия, термины и определения обработки резанием	Общие понятия, виды движений инструмента и заготовки. Режущий клин и его характеристики, виды поверхностей и плоскостей, геометрия	

		режущего инструмента. Назначение и выбор углов реза.	
1.3	Элементы режима резания и срезаемого слоя при точении	Свободное и несвободное резание. Элементы и параметры срезаемого слоя. Элементы режима резания и их влияние на себестоимость и производительность обработки.	
1.4	Физические основы процесса резания	Явления, сопутствующие процессу резания. Процесс стружкообразования. Характеристики деформации срезаемого слоя. Наростообразование. Влияние различных факторов на деформацию срезаемого слоя.	
1.5	Динамика процесса резания	Динамика (механика) процесса резания. Силы, действующие на резец. Равнодействующая сил резания. Сила стружкообразования. Расчетные модели определения сил резания (первый закон резания). Влияние различных факторов на силы резания. Мощность резания. Приборы для измерения сил резания.	
1.6	Тепловые процессы при резании металлов	Источники образования тепла при резании. Уравнение теплового баланса. Экспериментальные методы измерения температуры резания. Влияние различных факторов на среднюю температуру резания (второй закон резания). Понятие об оптимальной температуре резания.	
1.7	Износ и стойкость режущих инструментов	Физические причины изнашивания инструментов. Стойкость инструмента и критерии его затупления. Виды изнашивания инструмента.	
1.8	Порядок назначения режимов резания при точении	Определение оптимальных режимов резания. Характеристики размерной стойкости инструмента. Влияние скорости (температуры) резания на характеристики размерной стойкости. Зависимость стойкость-скорость. Положение о постоянстве оптимальной температуры резания. Экономическая скорость резания и скорость резания, соответствующая максимальной производительности на данном рабочем месте. Влияние различных факторов на скорость резания и стойкость инструмента. Аналитический расчет наивыгоднейших режимов резания.	
1.9	Качество обработанной поверхности при резании металлов	Шероховатость обработанной поверхности. Влияние скорости резания, глубины резания, свойств обрабатываемого и инструментального материалов и подачи на шероховатость поверхности. Деформационное упрочнение поверхностного слоя при резании и влияние различных факторов на его характеристики. Остаточные напряжения и влияние различных факторов на их характеристики. Влияние шероховатости, деформационного упрочнения и остаточных напряжений на эксплуатационные свойства деталей.	
1.10	Инструменты для обработки отверстий	Сверление. Конструкция и элементы спирального сверла, геометрия его режущей части. Элементы режима резания при сверлении. Назначения режима резания при сверлении. Зенкерование и развертывание. Элементы зенкеров и разверток и геометрия их режущих частей.	
1.11	Фрезы	Фрезерование. Виды фрез и их назначение. Элементы режима резания и сечение срезаемого слоя при фрезеровании. Износ и стойкость фрез. Назначение режима резания при фрезеровании.	
1.12	Протяжки	Протягивание. Конструктивные элементы и геометрия круглой протяжки. Силы резания при протягивании. Износ протяжек. Назначение режима	

		резания при протягивании.	
1.13	Зубообрабатывающие инструменты	Инструменты, работающие методом фасонного копирования. Дисковые и пальцевые зуборезные фрезы. Зубодолбежные головки. Зуборезные инструменты, работающие методом обкатывания: зуборезные гребенки и червячные фрезы, зуборезные долбяки. Шеверы и другие инструменты и методы для чистовой обработки зубьев цилиндрических колес. Инструменты для нарезания конических колес.	
1.14	Абразивные инструменты	Абразивная обработка. Абразивные материалы и инструменты. Виды шлифования. Элементы режима резания при шлифовании. Процесс резания при шлифовании. Силы резания при шлифовании. Назначение режима резания при шлифовании..	
1.15	Особенности проектирования инструментов для станков с ЧПУ и автоматических линий	Резцы для токарной обработки. Режущий инструмент для сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Инструментальные материалы	Углеродистые инструментальные стали, быстрорежущие стали, металлокерамические твердые сплавы, минералокерамические инструментальные материалы, абразивные материалы, сверхтвердые материалы.	
2.2	Основные понятия, термины и определения обработки резанием	Общие понятия, виды движений инструмента и заготовки. Режущий клин и его характеристики, виды поверхностей и плоскостей, геометрия режущего инструмента. Назначение и выбор углов резца.	
2.3	Элементы режима резания и срезаемого слоя при точении	Свободное и несвободное резание. Элементы и параметры срезаемого слоя. Элементы режима резания и их влияние на себестоимость и производительность обработки.	
2.4	Физические основы процесса резания	Явления, сопутствующие процессу резания. Процесс стружкообразования. Характеристики деформации срезаемого слоя. Наростообразование. Влияние различных факторов на деформацию срезаемого слоя.	
2.5	Динамика процесса резания	Динамика (механика) процесса резания. Силы, действующие на резец. Равнодействующая сил резания. Сила стружкообразования. Расчетные модели определения сил резания (первый закон резания). Влияние различных факторов на силы резания. Мощность резания. Приборы для измерения сил резания.	
2.6	Тепловые процессы при резании металлов	Источники образования тепла при резании. Уравнение теплового баланса. Экспериментальные методы измерения температуры резания. Влияние различных факторов на среднюю температуру резания (второй закон резания). Понятие об оптимальной температуре резания.	
2.7	Износ и стойкость режущих инструментов	Физические причины изнашивания инструментов. Стойкость инструмента и критерии его затупления. Виды изнашивания инструмента.	
2.8	Порядок назначения режимов резания при точении	Определение оптимальных режимов резания. Характеристики размерной стойкости инструмента. Влияние скорости (температуры) резания на характеристики размерной стойкости. Зависимость стойкость-скорость. Положение о постоянстве оптимальной температуры резания. Экономическая	



		скорость резания и скорость резания, соответствующая максимальной производительности на данном рабочем месте. Влияние различных факторов на скорость резания и стойкость инструмента. Аналитический расчет наивыгоднейших режимов резания.	
2.9	Качество обработанной поверхности при резании металлов	Шероховатость обработанной поверхности. Влияние скорости резания, глубины резания, свойств обрабатываемого и инструментального материалов и подачи на шероховатость поверхности. Деформационное упрочнение поверхностного слоя при резании и влияние различных факторов на его характеристики. Остаточные напряжения и влияние различных факторов на их характеристики. Влияние шероховатости, деформационного упрочнения и остаточных напряжений на эксплуатационные свойства деталей.	
2.10	Инструменты для обработки отверстий	Сверление. Конструкция и элементы спирального сверла, геометрия его режущей части. Элементы режима резания при сверлении. Назначения режима резания при сверлении. Зенкерование и развертывание. Элементы зенкеров и разверток и геометрия их режущих частей.	
2.11	Фрезы	Фрезерование. Виды фрез и их назначение. Элементы режима резания и сечение срезаемого слоя при фрезеровании. Износ и стойкость фрез. Назначение режима резания при фрезеровании.	
2.12	Протяжки	Протягивание. Конструктивные элементы и геометрия круглой протяжки. Силы резания при протягивании. Износ протяжек. Назначение режима резания при протягивании.	
2.13	Зубообрабатывающие инструменты	Инструменты, работающие методом фасонного копирования. Дисковые и пальцевые зуборезные фрезы. Зубодолбежные головки. Зуборезные инструменты, работающие методом обкатывания: зуборезные гребенки и червячные фрезы, зуборезные долбяки. Шеверы и другие инструменты и методы для чистовой обработки зубьев цилиндрических колес. Инструменты для нарезания конических колес.	
2.14	Абразивные инструменты	Абразивная обработка. Абразивные материалы и инструменты. Виды шлифования. Элементы режима резания при шлифовании. Процесс резания при шлифовании. Силы резания при шлифовании. Назначение режима резания при шлифовании..	
2.15	Особенности проектирования инструментов для станков с ЧПУ и автоматических линий	Резцы для токарной обработки. Режущий инструмент для сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ	
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1	Инструментальные материалы	Углеродистые инструментальные стали, быстрорежущие стали, металлокерамические твердые сплавы, минералокерамические инструментальные материалы, абразивные материалы, сверхтвердые материалы.	
3.2	Основные понятия, термины и определения обработки резанием	Общие понятия, виды движений инструмента и заготовки. Режущий клин и его характеристики, виды поверхностей и плоскостей, геометрия режущего инструмента. Назначение и выбор углов резца.	
3.3	Элементы режима	Свободное и несвободное резание. Элементы и	

	резания и срезанного слоя при точении	параметры срезанного слоя. Элементы режима резания и их влияние на себестоимость и производительность обработки.	
3.4	Физические основы процесса резания	Явления, сопутствующие процессу резания. Процесс стружкообразования. Характеристики деформации срезанного слоя. Наростообразование. Влияние различных факторов на деформацию срезанного слоя.	
3.5	Динамика процесса резания	Динамика (механика) процесса резания. Силы, действующие на резец. Равнодействующая сил резания. Сила стружкообразования. Расчетные модели определения сил резания (первый закон резания). Влияние различных факторов на силы резания. Мощность резания. Приборы для измерения сил резания.	
3.6	Тепловые процессы при резании металлов	Источники образования тепла при резании. Уравнение теплового баланса. Экспериментальные методы измерения температуры резания. Влияние различных факторов на среднюю температуру резания (второй закон резания). Понятие об оптимальной температуре резания.	
3.7	Износ и стойкость режущих инструментов	Физические причины изнашивания инструментов. Стойкость инструмента и критерии его затупления. Виды изнашивания инструмента.	
3.8	Порядок назначения режимов резания при точении	Определение оптимальных режимов резания. Характеристики размерной стойкости инструмента. Влияние скорости (температуры) резания на характеристики размерной стойкости. Зависимость стойкость-скорость. Положение о постоянстве оптимальной температуры резания. Экономическая скорость резания и скорость резания, соответствующая максимальной производительности на данном рабочем месте. Влияние различных факторов на скорость резания и стойкость инструмента. Аналитический расчет наивыгоднейших режимов резания.	
3.9	Фрезы	Фрезерование. Виды фрез и их назначение. Элементы режима резания и сечение срезанного слоя при фрезеровании. Износ и стойкость фрез. Назначение режима резания при фрезеровании.	
3.10	Протяжки	Протягивание. Конструктивные элементы и геометрия круглой протяжки. Силы резания при протягивании. Износ протяжек. Назначение режима резания при протягивании.	
3.11	Зубообрабатывающие инструменты	Инструменты, работающие методом фасонного копирования. Дисковые и пальцевые зуборезные фрезы. Зубодолбежные головки. Зуборезные инструменты, работающие методом обкатывания: зуборезные гребенки и червячные фрезы, зуборезные долбяки. Шеверы и другие инструменты и методы для чистовой обработки зубьев цилиндрических колес. Инструменты для нарезания конических колес.	

## 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

### ОФО

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
<b>5 семестр</b>						
1.	Инструментальные материалы	2	2	0	3	7
2.	Основные понятия, термины и определения обработки резанием	2	2	0	3	7
3.	Элементы режима резания и срезаемого слоя при точении	2	2	0	4	8
4.	Элементы режима резания и срезаемого слоя при точении	2	2	4	4	12
5.	Динамика процесса резания	2	2	0	4	8
6.	Тепловые процессы при резании металлов	2	2	4	4	12
7.	Износ и стойкость режущих инструментов	2	2	4	4	12
8.	Порядок назначения режимов резания при точении	2	2	0	4	8
9.	Качество обработанной поверхности при резании металлов	4	4	0	4	12
10.	Инструменты для обработки отверстий	2	2	2	4	10
11.	Фрезы	2	2	2	4	10
12.	Протяжки	2	2		4	8
13.	Зубообрабатывающие инструменты	2	2	2	4	10
14.	Абразивные инструменты	2	2	0	4	8
15.	Особенности проектирования инструментов для станков с ЧПУ и автоматических линий	4	4	0	4	12
	Курсовая работа				36	36
	Итого:	34	34	18	94	180

### ЗФО

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
<b>5 семестр</b>						
1.	Инструментальные материалы	1	1	0	12	14
2.	Основные понятия, термины и определения обработки резанием	1	1	0	12	14
3.	Элементы режима резания и срезаемого слоя при точении	1	1	0	12	14
4.	Элементы режима резания и срезаемого слоя при точении	1	1	2	12	16
5.	Динамика процесса резания	2	2	0	12	16
6.	Тепловые процессы при резании металлов	2	2	0	12	16
7.	Износ и стойкость режущих инструментов	2	2	2	12	18
	Итого в 5 семестре	10	10	4	84	108
<b>6 семестр</b>						
8.	Порядок назначения	0,5	0	0	2	2,5

	режимов резания при точении					
9.	Качество обработанной поверхности при резании металлов	0,5	1	0	2	3,5
10.	Инструменты для обработки отверстий	0,5	1	0	4	5,5
11.	Фрезы	0,5	1	0	2	3,5
12.	Протяжки	0,5	1	0	2	3,5
13.	Зубообрабатывающие инструменты	0,5	1	0	4	5,5
14.	Абразивные инструменты	0,5	0	0	3	3,5
15.	Особенности проектирования инструментов для станков с ЧПУ и автоматических линий	0,5	1	0	3	4,5
	Контроль (зачет с оценкой)					4
	Курсовая работа			0	36	36
	Итого в 6 семестре	4	6	0	58	72
	Итого:	14	16	4	139	180

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, целесообразно ознакомиться с учебной программой дисциплины, электронный вариант которой размещён на сайте БФ ВГУ. Это позволит обучающимся получить четкое представление о:

- перечне и содержании компетенций, на формирование которых направлена дисциплина;
- основных целях и задачах дисциплины;
- планируемых результатах, представленных в виде знаний, умений и навыков, которые должны быть сформированы в процессе изучения дисциплины;
- количестве часов, предусмотренных учебным планом на изучение дисциплины, форму промежуточной аттестации;
- количестве часов, отведенных на контактную и на самостоятельную работу;
- формах контактной и самостоятельной работы;
- структуре дисциплины, основных разделах и темах;
- системе оценивания учебных достижений;
- учебно-методическом и информационном обеспечении дисциплины.

Знание основных положений, отраженных в рабочей программе дисциплины, поможет обучающимся ориентироваться в изучаемом курсе, осознавать место и роль изучаемой дисциплины в подготовке будущего выпускника, строить свою работу в соответствии с требованиями, заложенными в программе.

Основными формами контактной работы по дисциплине являются лекции, практические занятия и лабораторные работы, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

Подготовка к практическим занятиям ведется на основе планов практических занятий, которые размещены на сайте филиала. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить в соответствии с вопросами для повторения конспекты лекций, основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. Кроме того, следует повторить материал лекций, ответить на контрольные вопросы, изучить образцы решения задач, выполнить упражнения (если такие предусмотрены).

При подготовке к лабораторным работам следует заранее ознакомиться с теоретическим материалом, перечнем приборов и оборудования, порядком выполнения работы. Нужно обратить внимание на контрольные вопросы, завершающие описание каждой лабораторной работы. При защите лабораторной работы студент предъявляет преподавателю отчет по установленной форме и отвечает на контрольные вопросы.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой. Рекомендуется использовать конспекты лекций и источники, перечисленные в списке литературы в рабочей программе дисциплины, а также ресурсы электронно-библиотечных систем.

Для достижения планируемых результатов обучения используются интерактивные лекции, групповые дискуссии.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Технология конструкционных материалов : учебное пособие / под ред. М.А. Шатерин. - СПб : Политехника, 2012. - 599 с. - ISBN 5-7325-0734-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=129582">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=129582</a> (11.06.2019)
2	Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты) / под ред. А.А. Батаев - Новосибирск : Издательство СО РАН, 2012. - № 3(56). - 154 с. - ISSN 1994-6309 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=130757">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=130757</a> (11.06.2019)

### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Кондаков А.И., Васильев А.С. Выбор заготовок в машиностроении: справочник. - М.: Машиностроение, 2007. - 560 с.: ил. <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217033829.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217033829.html</a> (11.06.2019)

### в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
4	Материаловедение и технологии конструкционных материалов : учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. : табл., граф., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3322-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=435698">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=435698</a> (11.06.2019)

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Методические материалы по дисциплине

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

- Microsoft Office 2007 (Word, Excel, PowerPoint)
- КОМПАС-3D v17

### Сетевые технологии:

- браузеры: Yandex, Google, Opera, Mozilla Firefox, Explorer.
- Научная электронная библиотека – <http://www.scholar.ru/>;
- Федеральный портал Российское образование – <http://www.edu.ru/>;
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>;
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>;
- Лекции ведущих преподавателей вузов России в свободном доступе – <https://www.lektorium.tv/>;
- Электронно-библиотечная система «Издательства Лань» – <http://e.lanbook.com/>;
- Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» – <http://biblioclub.ru/>.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

### Программное обеспечение:

- Win10 (или Win7), OfficeProPlus 2010
- браузеры: Yandex, Google, Opera, Mozilla Firefox, Explorer
- STDU Viewer version 1.6.2.0
- 7-Zip
- GIMP GNU Image Manipulation Program
- Tux Paint

Мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук или стационарный компьютер, экран).

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Инструментальные материалы	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
2.	Основные понятия, термины и определения обработки резанием	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
3.	Элементы режима резания и срезаемого слоя при точении	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
4.	Физические основы процесса резания	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы
5.	Динамика процесса резания	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
6.	Тепловые процессы при резании металлов	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
7.	Износ и стойкость режущих инструментов	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
8.	Порядок назначения режимов резания при точении	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
9.	Качество обработанной поверхности при резании металлов	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы
10.	Инструменты для обработки отверстий	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы
11.	Фрезы	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
12.	Протяжки	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
13.	Зубообрабатывающие инструменты	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы, отчет по лабораторной работе
14.	Абразивные инструменты	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы
15.	Особенности проектирования инструментов для станков с ЧПУ и автоматических линий	ПК-2, ПК-3	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.2,	Выполнение практической работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой, курсовая работа				Перечень вопросов к зачету, Перечень тем курсовых работ

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- Практические работы.
- Лабораторные работы.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

#### 20.1.1. Пример заданий на практическую работу

Задача 1. Рассчитать основное время при нарезании метрической резьбы метчиком на вертикально-сверлильном станке. Размеры резьбы: диаметр М 16, шаг 2 мм, длина 40 мм. Скорость главного движения 16 м/мин. Скорость вращения метчика при обратном ходе больше в 1.3 раза.

Задача 2. Рассчитать основное время  $T_0$  предварительного шлифования поверхности вала на груглошлифовальном станке от  $D = 25,5$  мм., длина обработки 150 мм. Скорость вращения заготовки 25,5 м/мин. Продольная подача  $S_{пр} = 30$  мм/об., радиальная подача 0,02 мм/об. Шлифование многопроходное.

Вопросы для опроса

1. Классификация резцов.
2. Геометрические параметры режущей части резца и влияние их на процесс резания.
3. Элементы режима резания и размеры срезаемого слоя.
4. Классификация видов резания.
5. Стружкообразование: диаграмма растяжения стали, 3 вида деформационного состояния.
6. Механизм образования стружки, зоны деформации.
7. Трение на контактных площадках. Рисунок 2 – Эскиз обработки 23
8. Типы стружек. Влияние различных факторов на тип стружки.
9. Механизм образования нароста, влияние на процесс резания.
10. Влияние различных факторов на наростообразование.
11. Усадка стружки, коэффициенты, способы определения усадки стружки.
12. Влияние различных факторов на усадку стружки.
13. Шероховатость обработанной поверхности.
14. Влияние различных факторов на действительную высоту неровностей.
15. Упрочнение поверхностного слоя.
16. Источники образования и распределения тепла в зоне резания.
17. Внутренние остаточные напряжения.
18. Температура резания, влияние различных факторов на температуру резания.
19. Экспериментальные методы изучения тепловых явлений при резании.
20. Силы резания при точении.
21. Влияние режима резания на составляющие силы резания.
22. Влияние геометрии инструмента на силы резания.
23. Влияние свойств обрабатываемого материала, износа инструмента и СОТС на силы резания.
24. Физическая природа изнашивания инструмента.
25. Износ инструмента: виды износа. Факторы, определяющие вид износа инструмента. Меры изношенности инструмента.
26. Стойкость инструмента, кривые износа.
27. Внешнее проявление изнашивания инструмента.
28. Критерии износа инструмента.

29. Инструментальные стали. Физико-механические свойства, определяющие режущую способность. Классификация.

30. Твердые сплавы. Физико-механические свойства, определяющие режущую способность. Классификация.

31. Режущая керамика Физико-механические свойства, определяющие режущую способность. Классификация. 32. Сверхтвердые инструментальные материалы.

33. Абразивные материалы

### Описание технологии проведения

Студенты выполняют самостоятельно расчетно-графическую работу. Выполнить задание по одному из расчетов режимов резания при точении, фрезеровании.

### Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1.	Текущий опрос на практических занятиях	5	5 баллов: правильный и полный ответ. 4 балла: правильный, но не полный ответ. 3 балла: не полный с наводящими вопросами ответ. 2 балла: ответ не правильный.
2.	Расчетно-графическая работа	5	5 баллов: – задание выполнено в полном объеме в соответствии с РД 013-2016; – студент точно ответил на поставленные вопросы. 4 балла: – задание выполнено в полном объеме в соответствии с РД 013-2016; – студент ответил на поставленные вопросы с небольшими затруднения. 3 балла: – задание выполнено в полном объеме в соответствии с РД 013-2016; – студент не ответил на поставленные вопросы. 2 балла: задание не выполнено

## 20.1.2. Пример лабораторной работы

### Лабораторная работа № 1

#### Влияние режима обработки на величину составляющих силы резания при точении

Цель работы: исследовать влияние режима обработки на величину составляющих силы резания и получить их математические модели.

#### 1. Теоретическая часть

Общепринято составляющую силы резания при продольном точении обычно раскладывать на три составляющие:

- $P_z$  – тангенциальную, определяющую величину крутящего момента на шпинделе станка;
- $P_y$  – радиальную, стремящуюся изогнуть заготовку и оттолкнуть от нее резец, способствуя появлению вибраций;
- $P_x$  – осевую, действующую вдоль оси шпинделя станка и служащая основанием для расчета его механизма подачи.

Примерное соотношение между величинами составляющих силы резания (сталь 45) выглядит как  $P_z : P_y : P_x = 1 : 0,4 : 0,25$  [1]



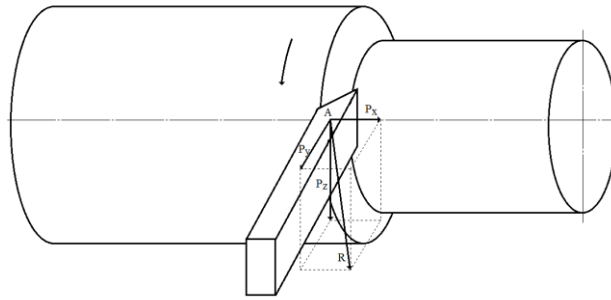


Рис.1 Силы, действующие на резец (несвободное резание)

Однако соотношение между составляющими силы резания не остается постоянным и зависит от условий резания (геометрии резца и степени его износа, величины элементов режима резания, свойств обрабатываемого материала и т.д.). Например, при обработке сплава ХН70ВМТЮ резцом ВК6М при  $r = 0,5\text{мм}; S = 0,10\text{мм/об}$  соотношение составляющих силы резания равно  $P_z : P_y : P_x = 1 : 2,06 : 0,72$  [2]. Известно, что с ростом скорости силы резания монотонно убывают, а с ростом глубины резания и подачи – монотонно растут. Априори известно, что в логарифмических координатах зависимости

$$P_z, P_y, P_x = f(V); P_z, P_y, P_x = f(S); P_z, P_y, P_x = f(t)$$

имеют прямолинейный характер, что позволяет после потенцирования получить степенные зависимости составляющих силы резания от параметров режима обработки вида

$$P_z = C_z V^{m1} \cdot S^{n1} \cdot t^{p1}; P_y = C_y V^{m2} \cdot S^{n2} \cdot t^{p2}; P_x = C_x V^{m3} \cdot S^{n3} \cdot t^{p3}.$$

Требуется после обработки результатов эксперимента получить математические модели с конкретными значениями показателей степени при параметрах. Для решения этой задачи разработана программа, позволяющая виртуально исследовать зависимости  $P_z, P_y, P_x = f(V, S, t)$ .

На рисунке 2 показана панель, которую видит студент. Преподаватель задает каждому студенту вариант исследования (вертикальные кнопки 1 – 8, определяющий различные варианты сочетания инструментального и обрабатываемого материалов). Кроме того каждому студенту преподаватель указывает вариант численных значений параметров режима обработки (таблица 1).

Таблица 1

Варианты заданий к лабораторной работе №1

№ варианта	Параметры режима обработки		
	V, м/мин	S, мм/об	t, мм
1	25	0,11	0,6
	45	0,27	1,6
2	30	0,07	0,7
	50	0,27	2,7
3	35	0,09	0,8
	55	0,23	1,8
4	40	0,11	0,8
	60	0,31	2,8
5	45	0,07	0,8
	75	0,23	2,2
6	50	0,09	0,6
	80	0,31	2,6
7	55	0,11	0,6
	90	0,35	1,8
8	60	0,07	0,4
	100	0,31	2,4
9	65	0,09	0,4
	105	0,27	1,8
10	70	0,17	0,4

	110	0,35	1,6
--	-----	------	-----

## 2. Применяемое оборудование, оснастка, инструмент

2.1 Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Т1.

2.2 Динамометр для измерения составляющих силы резания при точении УДМ-600, усилитель ТА-5, микроамперметры.

2.3 Штангенциркуль.

Лабораторная работа выполняется виртуально. На рисунке 2 показана панель управления процессом резания.

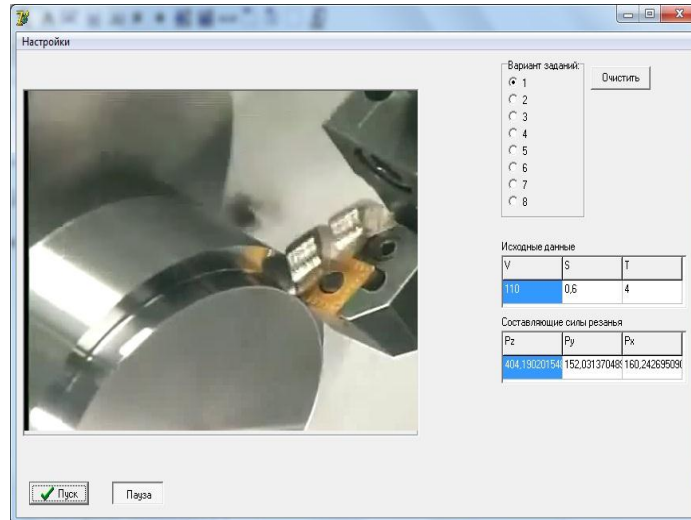


Рис. 2 Панель управления процессом обработки

На рисунке 2 в левом прямоугольнике после нажатия кнопки «Пуск» демонстрируется процесс снятия стружки. Нажатием кнопки «Пауза» процесс можно остановить в любой момент. В правой верхней части панели указывается вариант эксперимента от одного до восьми. В первую горизонтальную таблицу необходимо внести исходные данные  $v, s, t$ , после чего нажатием кнопки «Пуск» осуществляется процесс резания, а в нижней горизонтальной таблице появляются численные значения составляющих силы резания  $P_z, P_y, P_x$ .

## 3. Порядок выполнения работы

Исследование выполняется по классической схеме.

3.1 Разбить заданные диапазоны параметров режима обработки на одинаковые интервалы следующим образом  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$ ;  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$  и  $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$  (оптимальное количество точек пять, но может быть и иное).

3.2 Установить исходные данные для первого опыта (например,  $V_1, S_3, t_3$ ), выполнить опыт и записать значения  $P_z, P_y, P_x$ ; повторить опыты с остальными значениями скоростей резания при  $S_3 = \text{const}$ ;  $t_3 = \text{const}$ ; выполнить опыты для различных подач при  $V_3 = \text{const}$ ;  $t_3 = \text{const}$ ; выполнить опыты для различных значений глубины резания при  $V_3 = \text{const}$ ;  $S_3 = \text{const}$ . В группе 3 студента, далее каждый готовит данные только по одной из составляющих силы резания.

3.3 Построить графики экспериментальных зависимостей в двойных логарифмических координатах

$$P_z, P_y, P_x = f(V); P_z, P_y, P_x = f(S); P_z, P_y, P_x = f(t).$$

3.4 Получить математические модели этих зависимостей

$$P_i = C_i \cdot V^m, P_i = C_i \cdot S^n, P_i = C_i \cdot t^p.$$

Для этого воспользуемся каноническим уравнением прямой, проходящей через две точки. Тогда получим искомые зависимости, которые будут иметь вид

$$\frac{\lg P_z - \lg P_{z1}}{\lg P_{z2} - \lg P_{z1}} = \frac{\lg V - \lg V_1}{\lg V_2 - \lg V_1}, \quad \frac{\lg P_z - \lg P_{z1}}{\lg P_{z2} - \lg P_{z1}} = \frac{\lg S - \lg S_1}{\lg S_2 - \lg S_1},$$

$$\frac{\lg P_z - \lg P_{z1}}{\lg P_{z2} - \lg P_{z1}} = \frac{\lg t - \lg t_1}{\lg t_2 - \lg t_1}.$$

Точка 1 соответствует началу прямой, точка 2 – окончанию. Находим уравнения прямых в каждой серии экспериментов

$$\lg P_{z1} = m \lg V + \lg C_1, \quad \lg P_{z2} = n \lg S + \lg C_2, \quad \lg P_{z3} = p \lg t + \lg C_3.$$

Потенцируя полученные уравнения, получим

$$P_z = C_a V^{m1}, P_z = C_b S^{n1}, P_z = C_c t^{p1}$$

Аналогично получаем зависимости для радиальной составляющей силы резания  $P_y$  и осевой  $P_x$ .

3.5 Получить обобщенную математическую модель зависимости составляющих силы резания от элементов режима резания

Для этого находим значения коэффициента  $C$  из опытов 3,8 и 13 (можно взять любые значения из каждой серии), тогда получим

$$C_3 = \frac{P_{z3}}{V_3^{m1} S_3^{n1} t_3^{p1}}, C_8 = \frac{P_{z8}}{V_3^{m1} S_3^{n1} t_3^{p1}}, C_{13} = \frac{P_{13}}{V_3^{m1} S_3^{n1} t_3^{p1}}$$

Находим среднее значение для коэффициента  $C$

$$C = \frac{C_3 + C_8 + C_{13}}{3}$$

Общее уравнение зависимости главной составляющей силы резания при точении

$$P_z = C V^m S^n t^p,$$

аналогично получают зависимости  $P_y = f(V, S, t); P_x = f(V, S, t)$ .

$$P_z = C_z V^{m1} \cdot S^{n1} \cdot t^{p1}; P_y = C_y V^{m2} \cdot S^{n2} \cdot t^{p2}; P_x = C_x V^{m3} \cdot S^{n3} \cdot t^{p3}.$$

3.6 Выводы по лабораторной работе.

3.7 Оформить отчет и защитить работу.

Литература

1. Вульф А.М. Резание металлов. Изд. 2-е. Л.: Машиностроение, 1973.– 496 с.

2. Макаров А.Д., Мухин В.С., Шустер Л.Ш. Износ инструмента, качество и долговечность деталей из авиационных материалов: Учеб. пособие, – Уфа, 1974.– 372 с.

## Отчет

студента (курс, группа, фамилия И.О.)

1. Исходные данные

№ вар	Параметры режима обработки		
	V, м/мин	S, мм/об	t, мм

2. Разбить диапазоны параметров резания на равномерные интервалы, внести в таблицу  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$ .

3. Выполнить эксперимент и заполнить таблицу

№ вар	Параметры режима обработки			Результаты эксперимента		
	V, м/мин	S, мм/об	t, мм	$P_z$	$P_y$	$P_x$
1	$V_1$					
2	$V_2$					
3	$V_3$	$S_3$	$t_3$			
4	$V_4$					
5	$V_5$					
6		$S_1$				
7		$S_2$				
8	$V_3$	$S_3$	$t_3$			
9		$S_4$				
10		$S_5$				
11			$t_1$			
12			$t_2$			
13	$V_3$	$S_3$	$t_3$			

14			$t_4$			
15			$t_5$			

4. Получить математические модели каждой их составляющих силы резания

$$P_z = C_z V^{m_1} \cdot S^{n_1} \cdot t^{p_1}; P_y = C_y V^{m_2} \cdot S^{n_2} \cdot t^{p_2}; P_x = C_x V^{m_3} \cdot S^{n_3} \cdot t^{p_3}.$$

5. Выводы по работе

### Описание технологии проведения

Лабораторная работа проводится при помощи специального оборудования и программного обеспечения.

### Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1.	Отчёты по лабораторным работам	5	<p>5 баллов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отчёт по ЛР выполнен в полном объеме, аккуратно, в соответствии с требованиями РД 013-2016;</li> <li>– студент продемонстрировал прочное владение навыками проведения эксперимента и точно ответил на контрольные вопросы.</li> </ul> <p>4 балла:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отчёт по ЛР выполнен в полном объеме, аккуратно, в соответствии с требованиями РД 013-2016;</li> <li>– студент продемонстрировал хорошее владение навыками проведения эксперимента и ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения.</li> </ul> <p>3 балла:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отчёт по ЛР выполнен в полном объеме, оформлен с устранимыми ошибками;</li> <li>– студент продемонстрировал удовлетворительные навыки проведения эксперимента и не смог полностью объяснить полученные результаты.</li> </ul> <p>2 балла: лабораторная работа не выполнена.</p>

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- Вопросы к зачету.
- Темы курсовых работ.

### 20.2.1. Перечень вопросов к зачету:

1. Углеродистые инструментальные стали, быстрорежущие стали, металлокерамические твердые сплавы, минералокерамические инструментальные материалы, абразивные материалы, сверхтвердые материалы.

2. Общие понятия, виды движений инструмента и заготовки.

3. Режущий клин и его характеристики, виды поверхностей и плоскостей, геометрия режущего инструмента. Назначение и выбор углов резца.

4. Свободное и несвободное резание. Элементы и параметры срезаемого слоя. Элементы режима резания и их влияние на себестоимость и производительность обработки.

5. Явления, сопутствующие процессу резания. Процесс стружкообразования. Характеристики деформации срезаемого слоя. Наростообразование. Влияние различных факторов на деформацию срезаемого слоя.

6. Динамика (механика) процесса резания. Силы, действующие на резец. Равнодействующая сил резания. Сила стружкообразования.

7. Расчетные модели определения сил резания (первый закон резания). Влияние различных факторов на силы резания. Мощность резания. Приборы для измерения сил резания.

8. Источники образования тепла при резании. Уравнение теплового баланса. Экспериментальные методы измерения температуры резания. Влияние различных факторов на среднюю температуру резания (второй закон резания). Понятие об оптимальной температуре резания.

9. Физические причины изнашивания инструментов. Стойкость инструмента и критерии его затупления. Виды изнашивания инструмента.

10. Определение оптимальных режимов резания. Характеристики размерной стойкости инструмента. Влияние скорости (температуры) резания на характеристики размерной стойкости. Зависимость стойкость-скорость. Положение о постоянстве оптимальной температуры резания.

11. Экономическая скорость резания и скорость резания, соответствующая максимальной производительности на данном рабочем месте. Влияние различных факторов на скорость резания и стойкость инструмента. Аналитический расчет наивыгоднейших режимов резания.

12. Шероховатость обработанной поверхности. Влияние скорости резания, глубины резания, свойств обрабатываемого и инструментального материалов и подачи на шероховатость поверхности.

13. Деформационное упрочнение поверхностного слоя при резании и влияние различных факторов на его характеристики. Остаточные напряжения и влияние различных факторов на их характеристики. Влияние шероховатости, деформационного упрочнения и остаточных напряжений на эксплуатационные свойства деталей.

14. Сверление. Конструкция и элементы спирального сверла, геометрия его режущей части. Элементы режима резания при сверлении. Назначения режима резания при сверлении.

15. Зенкерование и развертывание. Элементы зенкеров и разверток и геометрия их режущих частей.

16. Фрезерование. Виды фрез и их назначение. Элементы режима резания и сечение срезаемого слоя при фрезеровании. Износ и стойкость фрез. Назначение режима резания при фрезеровании.

17. Протягивание. Конструктивные элементы и геометрия круглой протяжки. Силы резания при протягивании. Износ протяжек. Назначение режима резания при протягивании.

18. Инструменты, работающие методом фасонного копирования. Дисковые и пальцевые зуборезные фрезы. Зубодолбежные головки. Зуборезные инструменты, работающие методом обкатывания: зуборезные гребенки и червячные фрезы, зуборезные долбяки.

19. Шеверы и другие инструменты и методы для чистовой обработки зубьев цилиндрических колес. Инструменты для нарезания конических колес.

20. Абразивная обработка. Абразивные материалы и инструменты. Виды шлифования. Элементы режима резания при шлифовании. Процесс резания при шлифовании. Силы резания при шлифовании. Назначение режима резания при шлифовании.

21. Резцы для токарной обработки. Режущий инструмент для сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ

### **Описание технологии проведения**

К зачету допускаются студенты, изучившие дисциплину по программе, имеющие зачет по лабораторным работам, выполнившие практические работы.

### **Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)**

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- знание учебного материала и владение понятийным аппаратом дисциплины «Процессы формообразования и инструмент»;
- умение связывать теорию с практикой;
- умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- умение применять теоретические знания для решения практических задач в области машиностроения, решать типовые расчётные задачи.

- Для оценивания на зачете используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
- Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом дисциплины «Процессы формообразования и инструмент», способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения типовых расчётных задач и практических заданий более высокого уровня сложности в области машиностроения.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет понятийным аппаратом дисциплины «Процессы формообразования и инструмент», способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, применять теоретические знания при решении типовых расчётных задач, допускает незначительные ошибки при решении практических заданий более высокого уровня сложности в области машиностроения.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины «Процессы формообразования и инструмент», фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, в ряде случаев затрудняется применять теоретические знания при решении типовых расчётных задач, не всегда способен решить практические задания более высокого уровня сложности в области машиностроения.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при решении типовых расчётных задач либо не имеет представления о способе их решения.	–	Неудовлетворительно

### 20.2.2. Пример типовых вариантов курсовой работы:

Вариант 1. - обработка ступенчатого вала из материала 40X; проектирование цилиндрического фасонного резца.

Вариант 2. - обработка ступенчатого вала из титана марки BT5; проектирование цилиндрической фрезы.

Вариант 3. - обработка ступенчатого вала из меди; проектирование комплекта метчиков.

#### Описание технологии проведения

Техническая документация должна оформляться в соответствии со стандартами ЕСКД и ЕСТД. В состав курсовой работы входят следующие документы:

1. Ведомость курсовой работы (ВКР) — перечень разработанной документации.
2. Задание на проектирование, составленное и утвержденное согласно принятому в учебном заведении порядку.
3. Пояснительная записка (ПЗ), представляющая собой все необходимые технические и технико-экономические расчеты, дающие обоснование принятых проектантом решений.
4. Разработанный и оформленный на картах маршрутный технологический процесс механической обработки вала средней сложности на 6...10 операций и операционная карта механической обработки по заданию преподавателя.
5. Графическая часть работы включает: первый лист формата А1 содержит чертежи: детали (А3) с указанием размеров и технических требований, заготовки (А3), эскизы двух токарных операций с указанием переходов, режимов обработки и размеров; второй лист формата А1 содержит сборочный чертёж приспособления с техническими требованиями на расположение установочных элементов и эскиз устанавливаемой в приспособление заготовки; третий лист формата А2 (А3) содержит структурную схему сборки узла.

#### Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

При выполнении курсовой работы студенты обязаны выполнять следующие виды работ:

а) спроектировать три типа различных инструментов с подробной проработкой схемы резания и конструкции;

б) произвести подробный расчет геометрических и конструктивных параметров одного инструмента по указанию консультанта;

в) оформить пояснительную записку (в объеме 25 – 30 листов формата А4), содержащую методику расчета, необходимые вычисления каждого из проектируемых инструментов, а также чертежи проектируемых инструментов (в объеме 3 листов формата А4 (в этом случае чертежи подшиваются в пояснительную записку));

г) разработать технологию изготовления одного инструмента (по указанию преподавателя)

В отдельных случаях при выдаче задания на курсовую работу кафедрой может быть поручено проектирование специального инструмента по заявке предприятия или для выполнения научно-исследовательских или лабораторных работ взамен одного из заданных инструментов. При этом остальные пункты задания на курсовую работу остаются без изменения.

«Отлично». Студент умеет соединять знания из различных разделов курса, умеет профессионально прокомментировать физический факт, умеет устанавливать связь теоретических представлений о законах электродинамики с результатами известных экспериментов. Полно, правильно и логически безупречно излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Владеет необходимым математическим аппаратом. Способен объяснить суть методов расчета. Без затруднений применяет теоретические знания при анализе конкретных задач и вопросов. Свободно подбирает (составляет сам) примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Сопровождает ответ сведениями по истории вопроса; ориентируется в смежных темах курса, знает основную литературу по своему вопросу, в том числе излагаемую в школьных учебниках. Умеет показать связь изученного теоретического материала с содержанием школьной программы.

«Хорошо». Студент хорошо владеет теорией вопроса; видит взаимосвязь различных разделов курса, может их объяснить. Может найти примеры, иллюстрирующие ответ, умеет использовать УМК. Хорошо владеет профессиональной терминологией, в случае неверного употребления термина может сам исправить ошибку. В основном полно, правильно и логично излагает теоретический материал, может обосновать свои суждения. Применяет теоретические знания при анализе фактического материала, может приводить собственные примеры, иллюстрирующие теоретические положения. Умеет показать связь изученного теоретического материала с содержанием соответствующего раздела школьной программы. Допускается 1-2 недочета в изложении и речевом оформлении ответа. Демонстрирует хороший уровень понимания вопросов по теме. Обладает правильной физической речью.

«Удовлетворительно». Студент правильно воспроизводит основные положения теории, демонстрирует понимание этих положений, иллюстрирует их примерами. Умеет использовать знания при характеристике фактического материала. В то же время в ответе могут присутствовать следующие недочеты: а) допускает неточности в определении понятий, терминов, законов (но исправляет их при помощи наводящих вопросов экзаменатора); б) излагает материал недостаточно полно; в) не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения; г) излагает материал недостаточно последовательно; д) допускает ошибки в речи. Отвечая на конкретный вопрос, не учитывает различные варианты обучения, обусловленные целями, условиями и индивидуальными особенностями аудитории. Проявляет ассоциативные знания лишь при условии наводящих вопросов экзаменатора. С трудом соотносит теорию вопроса с практическим примером, подтверждающим правильность теории. Даёт неверные примеры, путается при изложении существа физического факта. Слабо владеет профессиональной терминологией, допускает много ошибок и не умеет их исправить.

«Неудовлетворительно». Не понимает суть вопроса, механически повторяет текст лекций или учебника, не умеет найти нужное подтверждение в защиту или опровержение определённой позиции, не знает, не умеет соотнести теорию с практикой. Не владеет терминологией, подменяет одни понятия другими. Не понимает сути наводящих вопросов.