

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.14**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ МАТЕРИАЛОВ**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
15.03.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

направленность (профиль)  
ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 6 ЗЕТ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	34	34
Лабораторные	—	—
Практические	34	34
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	68,35	68,35
Самостоятельная работа	112	112
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>216</b>

Рабочую программу составил:

доцент, доцент, канд. техн. наук Резников Л.А.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Оборудование и технологии машиностроительного производства»

---

(протокол заседания № 1 от « 31 » августа 2019 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка бакалавра, владеющего совокупностью методов, средств, способов и приемов, направленных на создание и производство конкурентоспособной машиностроительной продукции.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: начертательная геометрия и инженерная графика, высшая математика, механика.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: металлорежущие станки, технология машиностроения.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-4: Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	—	Знать: основные положения теории оптимизации режима резания по экономическим параметрам процесса резания (производительности, себестоимости)
		Уметь: рассчитать экономический период стойкости режущего инструмента и экономически целесообразный режим резания
		Владеть: навыками аналитического и программного расчета оптимального режима резания
ПК-1: Способность применять способы рационального использования необходимых видов ресурсов в машиностроительных производствах выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий	—	Знать: теоретические основы анализа деформированного состояния в зоне резания при работе одно- и многолезвийными инструментами и основные положения теории изнашивания режущего инструмента
		Уметь: рассчитывать силы и крутящие моменты, действующие на одно- и многолезвийные режущие инструменты и выбирать критерии износа режущих инструментов в зависимости от требуемого качества изготавливаемой продукции
		Владеть: навыками выбора параметров оборудования и режущего инструмента на основе анализа динамики резания и расчета параметров процесса в соответствии с выбранными критериями износа режущих инструментов

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1. Общие положения	Лек	Тема 1.1. Общая характеристика, технологические особенности и основные направления развития процесса резания	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Ср	Тема 1.1. Общая характеристика, технологические особенности и основные направления развития процесса резания	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
Раздел 2. Параметры срезаемого слоя	Лек	Тема 2.1. Геометрические параметры обработки лезвийным инструментом	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Ср	Тема 2.1. Геометрические параметры обработки лезвийным инструментом	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Лек	Тема 2.2. Параметры срезаемого слоя при точении и работе осевым инструментом	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Ср	Тема 2.2. Параметры срезаемого слоя при точении и работе осевым инструментом	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Лек	Тема 2.3. Параметры среза при цилиндрическом фрезеровании. Условие равномерного фрезерования	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Пр	Практическая работа 1. Сечение среза при цилиндрическом фрезеровании	5	4	10	–	Отчет по практической работе 1
	Ср	Тема 2.3. Параметры среза при цилиндрическом фрезеровании. Условие равномерного фрезерования	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Лек	Тема 2.4. Количественные характеристики обработки заготовок абразивным инструментом	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	Тема 2.4. Количественные характеристики обработки заготовок абразивным инструментом	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Лек	Тема 2.5. Схема образования и классификация стружки	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Ср	Тема 2.5. Схема образования и классификация стружки	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 1)
	Пр	Промежуточное тестирование сотрудниками кафедры	5	2	10	–	–
Раздел 3. Механика процесса резания	Лек	Тема 3.1. Кинематика резания лезвийными инструментами	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Пр	Практическая работа 2. Кинематика точения	5	4	12	–	Отчет по практической работе 2
	Ср	Тема 3.1. Кинематика резания лезвийными инструментами	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Лек	Тема 3.2. Кинематика шлифования	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Ср	Тема 3.2. Кинематика шлифования	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Лек	Тема 3.3. Деформации и напряжения в зоне резания	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Ср	Тема 3.3. Деформации и напряжения в зоне резания	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Лек	Тема 3.4. Силы на контактных поверхностях инструмента	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Пр	Практическая работа 3. Динамика многоинструментальной обработки	5	4	12	–	Отчет по практической работе 3
	Ср	Тема 3.4. Силы на контактных поверхностях инструмента	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек	Тема 3.5. Силы и крутящие моменты при резании многолезвийным инструментом	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Пр	Практическая работа 4. Динамика цилиндрического фрезерования	5	4	12	–	Отчет по практической работе 4
	Ср	Тема 3.5. Силы и крутящие моменты при резании многолезвийным инструментом	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Лек	Тема 3.6. Эффективная мощность резания. Практическое использование расчета сил при резании	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Ср	Тема 3.6. Эффективная мощность резания. Практическое использование расчета сил при резании	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 2)
	Пр	Промежуточное тестирование сотрудниками кафедры	5	2	10	–	–
Раздел 4. Формоизменение инструмента в процессе резания	Лек	Тема 4.1. Механизмы изнашивания режущего инструмента. Закон стойкости	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)
	Ср	Тема 4.1. Механизмы изнашивания режущего инструмента. Закон стойкости	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)
	Лек	Тема 4.2. Экономический критерий стойкости режущего инструмента	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)
	Пр	Практическая работа 5. Экономический критерий стойкости инструмента	5	4	12	–	Отчет по практической работе 5
	Ср	Тема 4.2. Экономический критерий стойкости режущего инструмента	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)
	Лек	Тема 4.3. Критерии шероховатости поверхности и точности обработки при износе инструмента	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Практическая работа 6. Критерий шероховатости поверхности	5	4	12	–	Отчет по практической работе 6
	Ср	Тема 4.3. Критерии шероховатости поверхности и точности обработки	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)
	Пр	Промежуточное тестирование сотрудниками кафедры	5	2	10	–	–
Раздел 5. Оптимизация режима резания	Лек	Тема 5.1. Определение оптимального режима резания методом линейного программирования	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)
	Ср	Тема 5.1. Определение оптимального режима резания методом линейного программирования	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)
	Лек	Тема 5.2. Упрощенные методики оптимизации режима резания	5	2	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)
	Ср	Тема 5.2. Упрощенные методики оптимизации режима резания	5	6	–	–	Тестирование (тестовое задание 3)
	Ср	Подготовка к итоговому тестированию	5	12	–	–	
	ПА		5	0,35	–		
	Контроль		5	35,65	–		
	ИТ		5	2	100		
Итого:				216	200		

## **5. Образовательные технологии**

В рамках учебного курса предусмотрены образовательные технологии дистанционного обучения: лекции, практические занятия, самостоятельная работа, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии студентов и преподавателя.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Дистанционное обучение предполагает самостоятельное изучение учебных дисциплин с использованием электронных учебно-методических комплексов, размещенных в системе обучения, консультации преподавателя при подготовке к тестированию и по его итогам, при подготовке к зачетам и экзаменам, контрольных и курсовых работ, а также участие в электронных семинарах и практических занятиях.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью углубления и расширения теоретических знаний; развития познавательных способностей и активности студентов; самостоятельности, ответственности и организованности, творческой инициативы; формирования самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Контроль выполненной самостоятельной работы осуществляется индивидуально, при защите рефератов, курсовых работ, творческих проектов, с использованием информационно-телекоммуникационных технологий

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
5	ОПК-4, ПК-1	Тестовые задания 1-3 Практические задания 1-6 Итоговое тестирование

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Тестовые задания

#### Тестовое задание 1. Компоненты процесса резания

##### ВОПРОСЫ

##### ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ

1	Движение подачи может быть заложено только в конструкцию	1	инструмента, имеющего вращательное главное движение	
		2	инструмента, имеющего поступательное главное движение	
		3	многолезвийного инструмента	
		4	абразивного инструмента	
2	Поверхность резания при продольном точении представляет собой	1	круговой конус	
		2	круговой цилиндр	
		3	винтовую поверхность	
		4	плоскость	
3	Количество режущих лезвий (зубьев) стандартного спирального сверла равно	1	1	
		2	2	
		3	3	
		4	4	
4	Для определения сечения среза при рассверливании достаточно знать	1	подачу сверла и длину активного участка главной режущей кромки	
		2	глубину резания и толщину срезаемого слоя	
		3	диаметры сверла и предварительно изготовленного отверстия	
		4	ширину среза, подачу и угол заборного конуса сверла	
5	Угол контакта при цилиндрическом фрезеровании зависит от	1	диаметра фрезы	
		2	числа зубьев фрезы	
		3	количества одновременно работающих зубьев фрезы	
		4	скорости резания	
6	Равномерное резание при цилиндрическом фрезеровании может быть достигнуто за счет	1	равномерного вращения фрезы	
		2	применения фрезы с винтовыми зубьями	
		3	увеличения числа зубьев фрезы	
		4	уменьшения величины подачи на зуб	
7	На производительность процесса резания напрямую НЕ влияет	1	глубина резания	
		2	передний угол режущего лезвия	
		3	скорость резания	
		4	сечение срезаемого слоя	
8	Концентрация 100% означает, что объем сверхтвердых зерен в абразивном инструменте составляет	1	100%	
		2	50%	
		3	40%	
		4	25%	
9	Средне-вероятный объем среза,	1	скорости резания	

	приходящийся на одно абразивное зерно, при любой схеме шлифования зависит от	2	размеров шлифуемой поверхности
		3	свойств обрабатываемого материала
		4	ширины шлифовального круга
10	Общепринятой классификацией видов стружки НЕ предусмотрена	1	спиральная стружка
		2	элементная стружка
		3	сливная стружка
		4	стружка надлома

## Тестовое задание 2. Механика процесса резания

### ВОПРОСЫ

### ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ

1	Скорость движения подачи рассчитывают с помощью соотношения	1	$\pi D_{on} / 1000$
		2	$s_z z n$
		3	$s_{ot}$
		4	$t \text{ctg} \varphi$
2	Перебег инструмента НЕ равен нулю	1	при сверлении
		2	при точении «напроход»
		3	при точении ступени конкретной длины
		4	при фрезеровании
3	Углом сдвига при резании называют угол между плоскостью сдвига и	1	главной режущей кромкой инструмента
		2	передней поверхностью инструмента
		3	основной плоскостью
		4	вектором скорости главного движения
4	Максимальная относительная деформация при резании зависит от	1	переднего угла инструмента
		2	главного угла инструмента в плане
		3	заднего угла инструмента
		4	числа режущих лезвий
5	Для снижения наростообразования при резании необходимо	1	увеличить длину передней поверхности инструмента
		2	уменьшить вспомогательный угол инструмента в плане
		3	повысить жесткость заготовки
		4	увеличить скорость резания
6	Главная составляющая силы резания направлена	1	по линии действия вектора скорости подачи
		2	перпендикулярно линии действия вектора скорости подачи
		3	по линии действия вектора скорости резания
		4	перпендикулярно линии действия вектора скорости резания
7	Встречное цилиндрическое фрезерование прямозубой фрезой характеризуется	1	переменной по направлению вертикальной силой
		2	переменной по направлению горизонтальной силой
		3	возникновением ударов в механизме подачи станка
		4	нулевой величиной врезания
8	Для расчета эффективной мощности процесса резания напрямую используется значение	1	главной составляющей силы резания
		2	длины активного участка главной режущей кромки
		3	к.п.д. привода главного движения станка
		4	скорости движения подачи
9	При выборе тягового усилия привода подачи токарного станка НЕ учитывают	1	массу продольного суппорта
		2	радиальную составляющую силы резания
		3	к.п.д. привода подачи
		4	главную составляющую силы резания
10	Крепление сменной пластины в державке токарного резца только силами резания возможно, если	1	резец имеет отрицательный передний угол
		2	угол действия больше заднего угла резца
		3	угол резания больше переднего угла резца
		4	главный угол в плане резца не равен $90^\circ$

**Тестовое задание 3. Формоизменение лезвийного инструмента**

**ВОПРОСЫ**

**ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ**

1	<b>Абразивное изнашивание режущего лезвия возникает, в первую очередь, из-за</b>	1	химического сродства материалов заготовки и инструмента
		2	существования термоЭДС в цепи «инструмент–заготовка»
		3	высокой температуры в зоне резания
		4	наличия примесей в обрабатываемом материале
2	<b>Относительный поверхностный износ имеет размерность</b>	1	миллиметр
		2	миллиметр / час
		3	миллиметр / кв. метр
		4	миллиметр / килограмм
3	<b>Закон стойкости связывает период стойкости инструмента</b>	1	с пределом прочности обрабатываемого материала
		2	со скоростью резания
		3	с величиной площадки износа на задней поверхности лезвия
		4	с размерным износом лезвия
4	<b>Показатель относительной стойкости</b>	1	всегда меньше единицы
		2	всегда больше единицы
		3	всегда меньше нуля
		4	не зависит от вида обработки резанием
5	<b>Замена инструмента по достижении экономического периода стойкости обеспечивает</b>	1	максимальное число заточек инструмента
		2	максимальную производительность процесса резания
		3	минимальную себестоимость обработки резанием
		4	минимальное вспомогательное время операции
6	<b>Экономический период стойкости режущего инструмента НЕ зависит от</b>	1	количества заточек инструмента
		2	времени наладки операции
		3	режима резания
		4	стоимости инструмента
7	<b>Если инструмент имеет период стойкости 30 мин. и выдерживает 10 заточек, то полный период стойкости (срок службы) инструмента составляет</b>	1	4,5 часа
		2	5 часов
		3	5,5 часа
		4	6 часов
8	<b>Изменение диаметра обработанной поверхности в процессе точения НЕ зависит от</b>	1	размерного износа инструмента
		2	главного угла инструмента в плане
		3	жесткости системы «инструмент–заготовка»
		4	главной составляющей силы резания
9	<b>Высота микронеровностей обработанной поверхности при работе резцом с радиусной вершиной</b>	1	обратно пропорциональна радиусу вершины
		2	прямо пропорциональна радиусу вершины
		3	обратно пропорциональна подаче инструмента
		4	прямо пропорциональна подаче инструмента
10	<b>Пластическое деформирование режущего клина практически отсутствует, если запас пластической прочности клина</b>	1	больше 0,5
		2	больше 1
		3	больше 1,5
		4	больше 2

## Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма текущего контроля	Критерии и нормы оценки	
5	Тестирование	«зачтено»	даны верные ответы на не менее чем 50% вопросов теста
		«не зачтено»	даны верные ответы на менее чем 50% вопросов теста

### 7.2.2. Практические задания

#### Задание 1. Сечение среза при цилиндрическом фрезеровании

При обработке заготовок прямозубой цилиндрической фрезой наименьший суммарный срез соответствует моменту входа очередного зуба в обрабатываемый материал, а наибольший – моменту выхода зуба.

Определите соотношение наименьшего и наибольшего суммарных срезов в процессе цилиндрического фрезерования.

Необходимые для расчета данные приведены в табл. I, II и III.

##### I. Диаметр фрезы

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$D$ , мм	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110

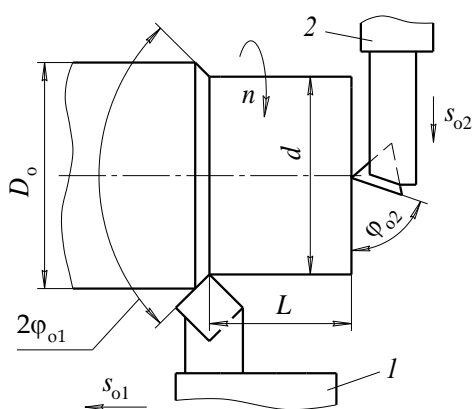
##### II. Число зубьев фрезы

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$z$	16	18	20	22	24					

##### III. Глубина резания

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t$ , мм	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

#### Задание 2. Кинематика точения



При обработке заготовки на станке с ЧПУ на продольном суппорте 1 установлен проходной токарный резец, работающий с подачей  $s_{o1}$ , а на поперечном суппорте 2 – подрезной резец со сменной пластиной, имеющей  $i_{гр}$  граней (см. рис.). В плане пластина имеет вид правильного многоугольника.

Подрезной резец работает с глубиной резания  $t_2$  и начинает рабочий ход через время  $\Delta t$  после проходного.

Определите, какой должна быть подача поперечного суппорта  $s_{o2}$  (мм/об), чтобы оба резца заканчивали рабочий ход одновременно.

Все величины, необходимые для расчета, приведены в табл. I, II и III.

### И. Размеры заготовки, мм

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$D_o$	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60
$d$	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50
$L$	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40

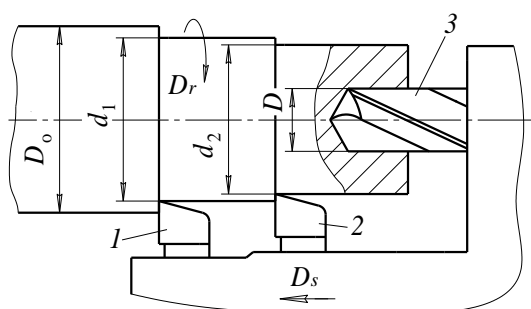
### II. Частота вращения заготовки, об/мин

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$n$	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380

### III. Другие параметры наладки

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$s_{o1}$ , мм/об		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8	
$t_2$ , мм		4		3,5		3		2,5		2	
Главные углы в плане, град.	$\varphi_{o1}$	30					45				
	$\varphi_{o2}$	45					70				
$i_{гр}$		4					3				
$\Delta\tau$ , мин.		0,10					0,05				

### Задание 3. Динамика многоинструментальной обработки



При обработке заготовки из конструкционной стали, вращающейся с частотой  $n$ , проходные резцы 1 и 2 и сверло 3 объединены в многоинструментальную наладку (см. рис.), параметры которой приведены в табл. I, II и III.

Как показал эксперимент, при обработке этой стали однолезвийным инструментом главная составляющая силы резания описывается выражением

$$P_z = 40ba^{0,75}v^{-0,15}\delta^{0,8}, \text{ Н},$$

а крутящий момент на сверле – выражением

$$M = 0,34D^2s_o^{0,8}, \text{ Н}\cdot\text{м},$$

где  $a \times b$  – сечение среза, мм<sup>2</sup>;  $v$  – скорость резания, м/мин;  $\delta$  – угол резания, град.;  $D$  – диаметр сверла, мм;  $s_o$  – подача, мм/об.

Определите, при какой минимальной мощности двигателя привода главного движения станка можно осуществить эту технологическую операцию, если к.п.д. привода 90%.

### I. Диаметры заготовки, мм

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$D_o$	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
$d_1$	167	158	149	140	131	122	113	104	95	86
$d_2$	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70

### II. Диаметр отверстия, мм

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$D$	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48

### III. Другие параметры наладки

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$s_o$ , мм/об		0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
$n$ , об/мин		300					220			140	
Передний угол, град.	резец 1	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25
	резец 2	10					-10				

#### Задание 4. Динамика цилиндрического фрезерования

При обработке легированной стали однолезвийным инструментом получены зависимости  $P_z = 1200ba^{0,75}v^{-0,1}$  и  $P_N = 750b^{0,9}a^{0,6}v^{-0,3}$ , где  $a \times b$  – сечение среза, мм<sup>2</sup>;  $v$  – скорость резания, м/мин. Результат расчета сил – в ньютонах.

Пользуясь этими формулами, определите, какое наименьшее тяговое усилие должен развивать привод подачи горизонтально-фрезерного станка, чтобы обеспечить обработку заготовки из этой стали цилиндрической фрезой, имеющей 16 прямых зубьев.

Масса стола станка 100 кг, коэффициент трения скольжения стола по направляющим 0,1. Другие данные для расчета приведены в табл. I, II и III.

Учтите, что наибольшая сила резания действует на фрезу в момент времени, когда ее очередной зуб выходит из контакта с заготовкой (при встречном фрезеровании) или входит в этот контакт (при попутном фрезеровании).

Если сумма цифр номера варианта является четным числом – ведите расчет для встречного фрезерования, если нечетным числом – для попутного.

#### I. Диаметр фрезы, мм

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$D$	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70

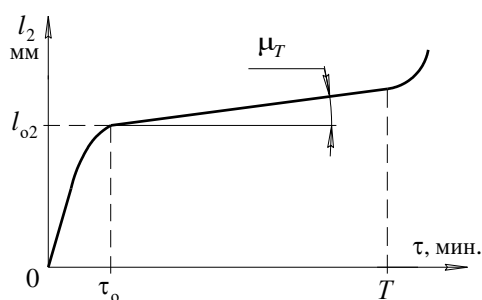
#### II. Частота вращения фрезы, об/мин.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$n$	300	280	260	240	220	200	180	160	140	120

#### III. Другие параметры операции

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Скорость движения подачи $v_s$ , мм/мин.	300		350		400		450		500	
Глубина резания $t$ , мм	10		9,5		9		8,5		8	
Ширина фрезерования $B$ , мм	80		75		70		65		60	

#### Задание 5. Экономический критерий стойкости инструмента



При продольном точении заготовки из стали 20, имеющей предел прочности на сжатие 800 МПа, используется резец с главным углом в плане 45°, передним углом 15° и задним углом 6°. Резец оснащен 5-гранной сменной пластиной из твердого сплава T15K6, стоимость которой 100 руб.

На стадии регулярного изнашивания  $\tau \in [\tau_0; T]$  (см. рис.) длина площадки износа по задней поверхности связана со временем обработки  $\tau$  зависимостью

$$l_2(\tau) = l_{o2} + (\tau - \tau_0) \operatorname{tg} \mu_T, \text{ мм.}$$

Экспериментально определено, что для данной операции угол  $\mu_T = 1^\circ$ , период приработки отдельной грани пластины  $\tau_0 = 0,5$  мин, а площадка износа по задней поверхности грани к началу стадии регулярного изнашивания  $l_{o2} = 0,1$  мм.

Жесткость системы «резец – заготовка» 5 кН/мм. Время операции превышает машинное время на 20%. Другие необходимые для расчета данные приведены в табл. I, II и III.

Оцените, насколько из-за изнашивания резца изменится диаметр обработанной поверхности к моменту времени, который соответствует экономическому периоду стойкости инструмента.

### I. Показатель относительной стойкости

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$m$	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30

### II. Время наладки операции, мин.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\tau_n$	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2

### III. Другие параметры операции

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глубина резания $t$ , мм		4		3,5		3		2,5		2	
Минутная зарплата, руб./мин.	станочника $E_c$	10					15				
	наладчика $E_n$	25		30		35		40		45	
Накладные расходы $HP$ , %		100					80				

### Задание 6. Критерий шероховатости поверхности

При продольном точении цилиндрической заготовки применяют острозаточенный резец с главным углом в плане  $\varphi$  и вспомогательным углом в плане  $\varphi_1$ , который работает с глубиной резания  $t$  и подачей  $s_0$ .

Закон стойкости для этой операции имеет вид

$$v = \frac{140}{T^{0,2} t^{0,15} s_0^{0,45}}, \text{ м/мин.}$$

Поступило предложение изменить геометрию резца, скруглив его вершину радиусом  $r_b$ . Дайте заключение, имеет ли смысл такое изменение с точки зрения производительности процесса резания. Высота микронеровностей обработанной поверхности (рассчитанная из геометрических соображений) при работе острозаточенным и радиусным резцами должна быть одинаковой, а период стойкости инструментов старой и новой геометрии должен быть не менее  $T_{\min}$ .

Необходимые для анализа данные приведены в табл. I, II и III.

### I. Радиус скругления вершины резца, мм

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$r_b$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2

### II. Минимально допустимый период стойкости резцов, мин.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$T_{\min}$	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45

### III. Другие параметры операции

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$s_o$ , мм/об		0,4		0,5		0,6		0,7		0,8	
$t$ , мм		3			4			5		6	
Углы в плане, град.	φ	40			50			60			
	φ <sub>1</sub>	15					20				

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Семестр 5

Экзамен проводится в форме итогового тестирования (ИТ) по банку тестовых заданий (БТЗ), размещенных в соответствующем разделе сайта «РОСДИСТАНТ – Высшее образование онлайн» <https://edu.rosdistant.ru/>.

Общее число вопросов в БТЗ – 500.

Число вопросов, предлагаемых студенту – 20.

Суммарное число баллов за ИТ – 100.

#### 7.3.2. Примеры тестов из БТЗ

1. Компоненты процесса резания – это

- ☐ станок
- ☐ стружка
- ☐ заготовка
- ☐ приспособление
- ☐ инструмент

2. Главным недостатком процесса резания является

- ☐ низкая производительность
- ☐ невысокая точность
- ☐ наличие стружки
- ☐ изнашивание инструмента

3. Технологические особенности процесса резания:

- ☐ гибкость
- ☐ податливость
- ☐ жёсткость
- ☐ универсальность
- ☐ доступность зоны формообразования

4. Гибкость процесса резания означает, что

- ☐ с его помощью можно обрабатывать маложёсткие заготовки
- ☐ он может быть переналажен легче и быстрее, чем другие процессы
- ☐ он позволяет получить поверхности практически любой формы и размеров
- ☐ он допускает применение инструментов на эластичной основе

5. Доступность зоны формообразования при обработке резанием позволяет

- ☐ применять системы активного контроля
- ☐ комбинировать в зоне резания различные виды энергии
- ☐ изготавливать зубчатые колёса методом обкатки
- ☐ повысить точность базирования заготовки
- ☐ использовать сложнопрофильный инструмент

6. В единичном производстве доля операций, осуществляемых резанием,

- ☐ меньше, чем в серийном производстве
- ☐ больше, чем в серийном производстве
- ☐ меньше, чем в массовом производстве
- ☐ больше, чем в массовом производстве
- ☐ доля операций, осуществляемых резанием, не зависит от типа производства

7. При изготовлении машиностроительной продукции доля операций, осуществляемых резанием,

- ☐ возрастает с увеличением серийности производства
- ☐ снижается с увеличением серийности производства
- ☐ не зависит от типа производства
- ☐ регламентируется государственными стандартами

8. У абразивных инструментов вероятностным законам подчиняются

- ☐ форма режущих зерен
- ☐ распределение режущих зерен в объёме инструмента
- ☐ геометрия режущих кромок отдельного зерна
- ☐ все перечисленные параметры

9. Кинематически движение подачи придаётся

- ☐ метчикам
- ☐ свёрлам для глубокого сверления
- ☐ фасонным резцам
- ☐ шпоночным протяжкам
- ☐ цилиндрическим фрезам

10. Вращательное главное движение *всегда* придаётся инструменту

- ☐ при точении
- ☐ при сверлении
- ☐ при развёртывании
- ☐ при цилиндрическом фрезеровании

11. Для определения глубины резания при продольном точении необходимо и достаточно знать

- ☐ скорость движения подачи
- ☐ диаметры обрабатываемой и обработанной поверхностей
- ☐ величину врезания инструмента
- ☐ производительность процесса резания

12. При сверлении значение подачи на один оборот инструмента используется для расчёта

- ☐ скорости движения подачи
- ☐ скорости резания
- ☐ величины врезания инструмента

- ☐ подачи на один зуб зенкера
- ☐ производительности процесса резания

13. При цилиндрическом фрезеровании значение глубины резания используется для расчёта

- ☐ скорости движения подачи фрезы
- ☐ величины врезания
- ☐ угла контакта фрезы с заготовкой
- ☐ максимальной толщины среза
- ☐ производительности процесса фрезерования

14. При продольном точении значение главного угла в плане резца используется для расчёта

- ☐ скорости резания
- ☐ величины врезания инструмента
- ☐ величины перебега инструмента
- ☐ толщины среза
- ☐ ширины среза

15. Значение наружного диаметра инструмента не требуется для расчёта

- ☐ скорости резания при зенкерование
- ☐ величины врезания при цилиндрическом фрезеровании
- ☐ глубины резания при сверлении
- ☐ скорости движения подачи при развёртывании

16. При точении резцом с главным углом в плане  $90^\circ$  сечение среза представляет собой

- ☐ прямоугольник
- ☐ ромб
- ☐ прямоугольный треугольник
- ☐ прямоугольную трапецию

17. Угол контакта при цилиндрическом фрезеровании зависит от

- ☐ диаметра фрезы
- ☐ числа зубьев фрезы
- ☐ количества одновременно работающих зубьев
- ☐ скорости резания

18. У цилиндрической фрезы с винтовыми зубьями окружной шаг зубьев измеряют

- ☐ в основной плоскости
- ☐ в плоскости, перпендикулярной оси фрезы
- ☐ в диаметральной плоскости фрезы
- ☐ в главной секущей плоскости

19. Число одновременно работающих винтовых зубьев цилиндрической фрезы не зависит от

- ☐ наружного диаметра фрезы
- ☐ глубины резания
- ☐ числа зубьев фрезы
- ☐ угла подъёма зубьев

20. Равномерное резание при цилиндрическом фрезеровании может быть достигнуто за счет

- ☐ равномерного вращения фрезы
- ☐ применения фрезы с винтовыми зубьями
- ☐ увеличения числа зубьев фрезы
- ☐ уменьшения величины подачи на зуб

### 7.3.3. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_\_\_ 5 \_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Что относится к компонентам процесса резания?
2	Что является главным недостатком процесса резания?
3	Каким инструментам движение подачи придаётся кинематически?
4	В конструкцию каких инструментов заложено движение подачи?
5	Для каких операций характерно поступательное главное движение резания?
6	Какому инструменту всегда придаётся вращательное главное движение?
7	Укажите основные недостатки процесса резания
8	Что такое обработанная, обрабатываемая поверхности и поверхность резания?
9	Что влияет на производительность процесса резания при точении?
10	Что влияет на производительность процесса резания при фрезеровании?
11	Определение глубины резания при сверлении отверстия в сплошном материале
12	Как определить сечение среза при точении, фрезеровании?
13	Как определить сечение среза при обработке осевым инструментом?
14	Какие углы и плоскости при продольном точении резцом?
15	Какие углы и плоскости при поперечном точении резцом?
16	Особенности расчета параметров сечения среза для точения
17	Особенности расчета параметров сечения среза для фрезерования
18	Особенности расчета параметров сечения среза для осевого инструмента
19	Какие параметры учитываются для расчета величины врезания?
20	Какие параметры учитываются при расчете длины активного участка главной режущей кромки проходного токарного резца?
21	Общепринятая классификация видов стружки.
22	При каких условиях образуется стружка надлома?
23	Как обеспечивается равномерное резание при цилиндрическом фрезеровании?
24	От чего зависит угол контакта при цилиндрическом фрезеровании?
25	От чего зависит мгновенная толщина среза на отдельном зубе цилиндрической фрезы?
26	Как измеряют окружной шаг зубьев у цилиндрической фрезы с винтовыми зубьями?
27	От чего зависит число одновременно работающих зубьев цилиндрической фрезы?
28	Для чего используют анализ кинематики процесса резания?
29	От чего зависит скорость резания при точении?
30	От чего зависит скорость движения подачи при точении и как ее рассчитывают?
31	Что такое теоретический перебег инструмента?
32	Особенности стружкообразования при обработке хрупких материалов
33	От чего зависит скорость резания при фрезеровании?
34	От чего зависит скорость движения подачи при фрезеровании и как ее рассчитывают?
35	От чего зависит скорость резания при обработке осевым инструментом?
36	От чего зависит скорость движения подачи при обработке осевым инструментом и как ее рассчитывают?
37	Параметры зоны стружкообразования.
38	Влияние режимов резания на параметры зоны стружкообразования.
39	Угол сдвига. Определение. Зависимость от условий обработки.
40	Коэффициент утолщения стружки.
41	Виды деформации при резании.
42	Процессы трения в зоне резания.

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы к экзамену</b>
43	Показатели процесса резания.
44	Расчет сил резания при точении.
45	Расчет сил резания при фрезеровании
46	Расчет сил резания при обработке осевым инструментом.
47	Механизмы изнашивания режущего инструмента
48	Что такое период стойкости режущего лезвия (инструмента)?
49	Критерии износа инструмента
50	Закон стойкости при различных видах обработки резанием

#### **7.3.4. Критерии и нормы оценки**

<b>Семестр</b>	<b>Форма проведения промежуточной аттестации</b>	<b>Критерии и нормы оценки</b>	
5	Экзамен	«отлично»	В результате итогового тестирования студент набрал 80-100 баллов
		«хорошо»	В результате итогового тестирования студент набрал 60-79 баллов
		«удовлетворительно»	В результате итогового тестирования студент набрал 40-59 баллов
		«неудовлетворительно»	В результате итогового тестирования студент набрал менее 39 баллов

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Ю.М. Зубарев, Р.Н. Битюков	Основы резания материалов и режущий инструмент	Учебник	2019	ЭБС «Лань»
2	В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин	Резание металлов и режущие инструменты	Учебное пособие	2016	ЭБС «ZNANIUM.COM»
3	В.В. Клепиков, Н.М. Султанзаде, В.Ф. Солдатов, А.Г. Схиртладзе	Основы технологии машиностроения	Учебник	2017	ЭБС «Лань»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Л.И. Верейна, М.М. Краснов, Е.И. Фрадкин	Металлообработка	Справочник	2013	ЭБС «ZNANIUM.COM»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– GoogleScholar – поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. Ищет статьи, в том числе и на русском языке.

– Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>.

– Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>.

– Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015 г., срок действия – бессрочно
2	Office Standard	Договор № 727 от 20.07.2016 г., срок действия – бессрочно
3	Компас-3D	Договор № 652/2014 от 07.07.2014 г., срок действия – бессрочно

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-807)	Экран телевизионный, ширмы, проектор на штативе, стол преподавательский, стулья преподавательские, транспарант-перетяжка, системный блок
2	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий	Столы ученические., стол преподавательский, стулья, доска (маркерная), кафедра напольная, ПК, телевизор

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-301)	
3	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет