

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА**  
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
(СТИ НИТУ «МИСиС»)

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ОПОП ВО

 Макаров А.В.  
«19» июня 2020 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора по НИИ  
СТИ НИТУ «МИСиС»

 Кожухов А.А.  
«19» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**Оптимизация процессов резания**

Закрепленная кафедра

**Технологии и оборудование в металлургии и  
машиностроении им. В.Б. Крахта**

Учебный план

на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

Направление подготовки

**15.06.01 Машиностроение**

Направленность (профиль)

**Технология машиностроения**

ОПОП

Квалификация

**«Исследователь. Преподаватель-исследователь»**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 з.е.**

Часов по учебному плану 108

Формы контроля: Экзамен

в том числе:

аудиторные занятия 36

самостоятельная работа 36

часов на контроль 36

Семестр(ы) изучения 1

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Семестр	1		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	12	12	12	12
Практические	24	24	24	24
Контактная работа	36	36	36	36
Самостоятельная работа	36	36	36	36
Часы на контроль	36	36	36	36
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

## Лист согласования рабочей программы

Рабочая программа разработана:

Швачкин Евгений Геннадиевич

*ФИО полностью*

доцент кафедры ТОММ,  
кандидат технических наук, доцент

*а также уч.ст., уч.зв. – при наличии*

*подпись*

Рабочая программа дисциплины «Оптимизация процессов резания» разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки

15.06.01 Машиностроение

*код, наименование*

(утвержден приказом НИТУ «МИСиС» от 2 декабря 2015 г. №602 о.в)

на основании учебного плана на 2020-2021 учебный год по направлению подготовки

15.06.01 Машиностроение, Технология машиностроения

*код и наименование направления подготовки (специальности), наименование направленности (профиля) ОПОП ВО*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Технологии и оборудование в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта

*наименование кафедры*

Протокол от «11» июня 2020 г. № 6.

Заведующий кафедрой ТОММ

*аббревиатура наименования кафедры*

«11» июня 2020 г.

*подпись*

А.В. Макаров

*И.О. Фамилия*

Руководитель ОПОП ВО

заведующий кафедрой ТОММ,

кандидат технических наук, доцент

*должность, уч.ст., уч.зв.*

*подпись*

А.В. Макаров

*И.О. Фамилия*

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целями освоения дисциплины:** сформировать компетенции, предусмотренные учебным планом, а также научить современным методам оптимизации процессов резания материалов.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- формирование знаний об основных факторах, конструктивных и технологических параметрах, влияющих на процесс обработки резанием;
- формирование знаний об основных методах оптимизации процесса обработки резанием;
- формирование умений оптимизировать процесс резания за счет изменения конструктивных и технологических параметров процесса;
- формирование умений и навыков применения математических методов планирования эксперимента для решения задач оптимизации процесса резания.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

**2.1. Учебная дисциплина «Оптимизация процессов резания» (Б1.В.05)** относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами (модулями):** знания, умения и навыки, полученные при изучении образовательной программы высшего образования уровней специалитет, магистратура:

**Знания:** методы получения исходных заготовок; методы обработки резанием заготовок, конструкции основных видов металлорежущих инструментов и типов металлорежущих станков; понятия о допусках и посадках; понятие об операционном припуске;

**Умения:** анализировать существующие и проектировать новые технологические процессы изготовления деталей и сборки машин; проводить технологические размерные расчеты;

**Навыки:** разработки маршрута обработки поверхностей детали; навыками расчета показателей технологичности детали.

**2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:**

- Технология машиностроения;
- Размерный анализ технических процессов в автоматизированном производстве;
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская практика);
- Научно-исследовательская деятельность и подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук;
- Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации);
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС НИТУ «МИСиС» и ОПОП ВО по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение:

<b>Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с формируемыми компетенциями</b>
ОПК-1.1: Способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специа-

лизированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	
Знать:	современные наукометрические, информационные, патентные и иные базы данных и знаний; критерии оценивания новых решений в области построения и моделирования машин
Уметь:	анализировать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства
Владеть:	навыками анализа новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства
ОПК-2.1 Способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	
Знать:	основные методы решения нетиповых задач в области обработки резанием конструкционных материалов
Уметь:	применять полученные знания для решения нетиповых задач в области обработки резанием конструкционных материалов
Владеть:	навыками решения нетиповых задач в области обработки резанием конструкционных материалов
ПК-1.1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области машиностроения с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	
Знать:	современные методы научных исследований; современные информационно-коммуникационные технологии
Уметь:	использовать современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской деятельности
Владеть:	навыками применения современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской деятельности
ПК-2.1 Готовность к преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования по УГСН 15.00.00 Машиностроение	
Знать:	методику расчета режимов резания при различных видах обработки резанием для использования в процессе преподавания
Уметь:	доступно объяснить методику проведения расчетов режимов резания
Владеть:	владеть навыками проведения режимов резания для использования их в процессе преподавания

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость освоения дисциплины «Оптимизация процессов резания» составляет 3 зачетные единицы (з.е.) или 108 академических часов, в том числе 36 часа аудиторных занятий и 36 часов самостоятельной работы.

Таблица 1. Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоятельная работа	Код компе- тенции	Формы теку- щего контроля успеваемости (по темам)  Форма проме- жуточной атте- стации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР			
1	Физические причины и механизм износа режущего инструмента. Взаимосвязь коэффициента трения с интенсивностью износа. Механизм стружкообразования. Контактные явления на передней поверхности режущего инструмента. Контактные явления на задней поверхности режущего инструмента.	1	2			4	ОПК-2.1 ПК-2.1	Устный опрос.
2	Влияние скорости резания на основные физические характеристики механизма резания. Влияние температуры на основные физические характеристики механизма резания. Влияние прочности адгезионных связей на интенсивность износа режущего инструмента. Влияние толщины срезаемого слоя на различные факторы процесса резания. Характеристики размерной стойкости инструмента.	1	2			4	ОПК-2.1 ПК-2.1	Устный опрос.
3	Метод ускоренного определения оптимальных режимов резания. Оптимизация режимов резания при точении. Оптимизация режимов резания при сверлении, зенкеро-вании, развертывании. Оптимизация режимов резания при фрезеровании. Оптимизация режимов резания при шлифовании. Оптимизация режимов резания при зубофрезеровании.	1	4			8	ОПК-2.1 ПК-2.1	Устный опрос. Защита прак- тических работ №1-6 Защита домаш- него задания
4	Влияние конструктивных и	1	2	24		8	ОПК-2.1	Устный опрос.

	технологических параметров резания на шероховатость обрабатываемой поверхности. Влияние конструктивных и технологических параметров резания на упрочнение и микроструктуру поверхностного слоя заготовки. Влияние конструктивных и технологических параметров резания на распределение остаточных напряжений в поверхностном слое заготовки. Оптимизация процессов резания при использовании смазочно-охлаждающих жидкостей. Оптимизация процессов резания при предварительном подогреве срезаемого слоя.					ПК-1.1 ПК-2.1	
5	Применение математических методов планирования эксперимента для решения задач оптимизации процесса резания. Математическая модель для определения параметров оптимального резания при точении в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала. Математическая модель для определения параметров оптимального резания при торцевом фрезеровании в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала.		2		12	ОПК-1.1 ПК-1.1 ПК-2.1	Устный опрос. Защита домашнего задания на тему «Исследование силовых характеристик резания при точении»
<b>ИТОГО:</b>			<b>12</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	ОПК-1.1 ОПК-2.1 ПК-1.1 ПК-2.1	<b>Экзамен</b>

## **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины**

#### **Вопросы к экзамену**

1. Физические причины и механизм износа режущего инструмента. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
2. Взаимосвязь коэффициента трения с интенсивностью износа. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
3. Механизм стружкообразования. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
4. Контактные явления на передней поверхности режущего инструмента. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
5. Контактные явления на задней поверхности режущего инструмента. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
6. Влияние скорости резания на основные физические характеристики механизма резания. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
7. Влияние температуры на основные физические характеристики механизма резания. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
8. Влияние прочности адгезионных связей на интенсивность износа режущего инструмента. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
9. Влияние толщины срезаемого слоя на различные факторы процесса резания. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
10. Характеристики размерной стойкости инструмента. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
11. Метод ускоренного определения оптимальных режимов резания. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
12. Оптимизация режимов резания при точении. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
13. Оптимизация режимов резания при сверлении, зенкеровании, развертывании. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
14. Оптимизация режимов резания при фрезеровании. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
15. Оптимизация режимов резания при шлифовании. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
16. Оптимизация режимов резания при зубофрезеровании. (ОПК-2.1, ПК-2.1)
17. Технологических параметров резания на шероховатость обрабатываемой поверхности. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
18. Влияние конструктивных и технологических параметров резания на упрочнение и микроструктуру поверхностного слоя заготовки. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
19. Влияние конструктивных и технологических параметров резания на распределение остаточных напряжений в поверхностном слое заготовки. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
20. Оптимизация процессов резания при использовании смазочно-охлаждающих жидкостей. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
21. Оптимизация процессов резания при предварительном подогреве срезаемого слоя. (ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
22. Применение математических методов планирования эксперимента для решения задач оптимизации процесса резания. (ОПК-1.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
23. Математическая модель для определения параметров оптимального резания при точении в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала. (ОПК-1.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
24. Математическая модель для определения параметров оптимального резания при торцевом фрезеровании в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала. (ОПК-1.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

### Практические задания к экзамену

1. Определить мощность, затрачиваемую на резание и момент сопротивления резанию, если при продольном точении заготовки диаметром 70 мм со скоростью главного движения резания 140 м/мин главная составляющая резания  $P_z$  равна 3100 Н. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)
2. На токарно-винторезном станке 16К20 заготовка обрабатывается резцом из твердого сплава с заданными углами  $\phi$  и  $\gamma$  при глубине резания  $t$  (мм), подаче  $S_0$  (мм/об) и скорости главного движения  $v$  (м/мин). В соответствии с вариантом определить: 1) с помощью таблиц нормативов (выдаются экзаменатором) мощность, затрачиваемую на резание; 2) достаточна ли мощность станка для работы с заданным режимом резания. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

№ варианта	Материал заготовки	Режим резания				Геометрические элементы реза	
		$t$ , мм	$S_0$ , мм/об	$v$		$\gamma$	$\phi$
				м/мин	м/с		
1	Сталь Ст3, $\sigma_B = 460$ МПа ( $\approx 46$ кгс/мм <sup>2</sup> )	3	0,87	125	2,08	+10	45
2	Серый чугун, 180 НВ	5,5	0,78	70	1,17	+5	90
3	Сталь 40, $\sigma_B = 650$ МПа ( $\approx 65$ кгс/мм <sup>2</sup> )	4,5	0,7	86	1,43	+10	60
4	Серый чугун, 190 НВ	5	0,87	75	1,25	+5	45
5	Сталь 45Х, $\sigma_B = 750$ МПа ( $\approx 75$ кгс/мм <sup>2</sup> )	3,5	0,7	100	1,67	+10	90
6	Серый чугун, 200 НВ	4,5	0,87	82	1,37	+5	45
7	Сталь 30ХН3А, $\sigma_B = 800$ МПа ( $\approx 80$ кгс/мм <sup>2</sup> )	3	0,61	120	2	-10	60
8	Серый чугун, 170 НВ	4	0,95	92	1,53	+5	90
9	Сталь 35ХМ, $\sigma_B = 780$ МПа ( $\approx 78$ кгс/мм <sup>2</sup> )	3,8	0,57	105	1,75	+10	45
10	Серый чугун, 220 НВ	3	0,95	70	1,17	+5	60

3. В соответствии с вариантом определить мощность, затрачиваемую на резание и момент сопротивления резанию, если при и момент сопротивления резанию, если при продольном точении заготовки диаметром  $D$  (мм) со скоростью главного движения резания  $v$  (м/мин) главная составляющая силы резания составила  $P_z$ . (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

№ варианта	$D$ , мм	$v$		$P_z$		№ варианта	$D$ , мм	$v$		$P_z$	
		м/мин	м/с	Н	кгс			м/мин	м/с	Н	кгс
1	140	75	1,25	2750	275	6	70	110	1,83	3200	320
2	160	130	2,16	2200	220	7	220	60	1	4000	400
3	65	180	3	3000	300	8	85	265	4,42	600	60
4	45	240	4	1050	105	9	110	90	1,5	3250	325
5	90	64	1,06	3600	360	10	30	150	2,5	500	50

4. На вертикально-сверлильном станке 2Н135 рассверливают отверстие диаметром  $d$  до диаметра  $D$  на глубину  $l$ . В соответствии с вариантом необходимо: выбрать режущий инструмент; назначить режим резания; определить основное время обработки. Справочные и нормативные данные, необходимые для решения задачи, выдает экзаменатор. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

№ варианта	Материал заготовки	D	d	l	Отверстие	Обработка
		мм				
1	Сталь 20, $\sigma_B = 500$ МПа ( $\approx 50$ кгс/мм <sup>2</sup> )	25H12	10	60	Сквозное	С охлаждением
2	Серый чугун, 150 НВ	25H12	15	25	Глухое	Без охлаждения
3	Сталь 50, $\sigma_B = 750$ МПа ( $\approx 75$ кгс/мм <sup>2</sup> )	30H12	15	40	Сквозное	С охлаждением
4	Серый чугун, 220 НВ	30H12	20	45	Глухое	Без охлаждения
5	Сталь 45X, $\sigma_B = 750$ МПа ( $\approx 75$ кгс/мм <sup>2</sup> )	40H12	15	70	Сквозное	С охлаждением
6	Серый чугун, 170 НВ	40H12	20	55	Глухое	Без охлаждения
7	Бронза БрАЖ9-4, 120 НВ	50H12	20	65	Сквозное	То же
8	Сталь 12ХН3А, $\sigma_B = 700$ МПа ( $\approx 70$ кгс/мм <sup>2</sup> )	50H12	30	30	Глухое	С охлаждением
9	Алюминиевый сплав АЛ7, 60 НВ	60H12	30	35	Сквозное	Без охлаждения
10	Медь М3, 75 НВ	60H12	40	50	»	То же

5. Определить скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами зенкера (карта 59 выдается экзаменатором). Для  $D = 40$  мм,  $t = 1,5$  мм и  $S_0$  до 1 мм/об  $v_{\text{табл}} = 13$  м/мин. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

6. На резьбофрезерном станке 5Б63 гребенчатой фрезой нарезают наружную метрическую резьбу (вариант в таблице). Необходимо: выбрать режущий инструмент; назначить режим резания по таблицам нормативов; определить основное время. Справочные и нормативные данные, необходимые для решения задачи, выдает экзаменатор. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

№ варианта	Материал заготовки	Размеры резьбы, мм		Обработка
		$D \times P$	l	
1	Сталь 35, $\sigma_B = 520$ МПа ( $\approx 52$ кгс/мм <sup>2</sup> )	M30×2—8g	42	С охлаждением
2	Серый чугун, 200 НВ	M45×2—8g	48	Без охлаждения
3	Сталь 40X, $\sigma_B = 750$ МПа ( $\approx 75$ кгс/мм <sup>2</sup> )	M68×3—6g	34	С охлаждением
4	Сталь 40ХН, $\sigma_B = 680$ МПа ( $\approx 68$ кгс/мм <sup>2</sup> )	M60×2—6g	30	То же
5	Ковкий чугун, 150 НВ	M80×2—6g	40	»
6	Сталь 20X, $\sigma_B = 500$ МПа ( $\approx 50$ кгс/мм <sup>2</sup> )	M52×1,5—8g	45	»
7	Сталь 45, $\sigma_B = 750$ МПа ( $\approx 75$ кгс/мм <sup>2</sup> )	M36×3—8g	20	»
8	Серый чугун, 220 НВ	M36×2—8g	50	Без охлаждения
9	Сталь 20, $\sigma_B = 420$ МПа ( $\approx 42$ кгс/мм <sup>2</sup> )	M42×3—8g	36	С охлаждением
10	Сталь 40, $\sigma_B = 560$ МПа ( $\approx 56$ кгс/мм <sup>2</sup> )	M80×4—6g	50	То же

7. Определить основное время при отрезании кольца от заготовки, имеющей форму трубы на токарном станке резцом с пластиной из твердого станке. Наружный диаметр заготовки  $D = 100$  мм; внутренний диаметр  $d = 84$  мм. Частота вращения шпинделя  $n = 250$  мин<sup>-1</sup>; подача резца  $S_0 = 0,14$  мм/об. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

8. Определить частоту вращения шпинделя токарного станка при обтачивании заготовки диаметром  $D = 80$  мм на токарном станке со скоростью главного движения резания  $v = 250$  м/мин. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

9. Определить скорость движения подачи при обтачивании заготовки на токарном станке с частотой вращения  $n = 1000$  мин<sup>-1</sup>; подача резца за один оборот шпинделя  $S_0 = 0,26$  мм/об. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

10. Выбрать геометрические элементы токарного проходного прямого резца с пластиной из твердого сплава, предназначенного для предварительного обтачивания напроход без ударных нагрузок заготовки из стали 45 с  $\sigma_B = 700$  МПа. Размеры поперечного сечения корпуса резца 16x25мм. Система станок – инструмент – заготовка жесткая. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

### **Контрольные вопросы к практическим занятиям**

Контрольные вопросы к практическому занятию №1. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Назовите основные конструктивные элементы токарного резца.
2. Расскажите о системе координат применяемой для анализа геометрии режущего инструмента.
3. Что представляет собой инструментальная система координат?
4. Что такое основная плоскость?
5. Что такое плоскость резания?
6. Что такое секущая плоскость?
7. Что такое рабочая плоскость?
8. Какими углами характеризуется геометрия лезвия?
9. Дайте определение термину – передний угол.
10. Дайте определение термину – задний угол.
11. Дайте определение термину – угол наклона режущей кромки.

Контрольные вопросы к практическому занятию №2. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Какие элементы режимов резания существуют?
2. Дать определение элементов срезаемого слоя.
3. Каковы особенности операций точения?
4. Что называется кинематической схемой резания?
5. Какие движения резания сообщаются инструменту и заготовке в кинематической схеме?
6. Какие поверхности образуются при резании деталей?
7. Какие углы образуются в рабочей плоскости резания при различных схемах обработки деталей?

Контрольные вопросы к практическому занятию №3. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Каково назначение спирального сверла?
2. Какие движения необходимы для осуществления процесса сверления?
3. Какая точность обработки и шероховатость поверхности могут быть обеспечены на операциях сверления и рассверливания?
4. Для обработки отверстий какой глубины используются спиральные сверла?
5. Какие инструментальные материалы используются для изготовления спиральных сверл?
6. Какие типы стандартных спиральных сверл выпускаются промышленностью?
7. Для чего предназначена лапка у сверл с коническим хвостовиком?
8. С какой целью выполняется обратная конусность сверла?
9. Как изменяются значения переднего угла  $\gamma$  с от периферии к центру сверла?

10. Как затачивают задний угол по длине режущей кромки от периферии к центру сверла?
11. Какие средства измерения используются для контроля углов  $2\varphi$ ,  $2\varphi_0$ ?
12. Какие средства измерения используются для контроля углов  $\omega$  и  $\psi$ ,  $\alpha_0$ ?

Контрольные вопросы к практическому занятию №4. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Перечислите основные виды фрез и их параметры.
2. Назовите формы профилей зубьев фрез.
3. В чем заключается различие двух методов фрезерования?
4. Назовите параметры режима фрезерования и формулы для их расчета.
5. Приведите схемы установки и закрепления фрез на станке.
6. Как проверяют биение зубьев фрезы?
7. Перечислите углы заточки концевых фрез.
8. Как производится измерение переднего и заднего углов концевой фрезы?
9. Как определить число одновременно работающих зубьев?
10. Как определить мощность резания при фрезеровании?
11. Как определить толщину среза?
12. Что такое затылование фрез?
13. Какие факторы влияют на величину подачи на зуб?
14. Какие факторы влияют на шероховатость обработанной поверхности?

Контрольные вопросы к практическому занятию №5. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Обкатку каких исходных контуров имитирует нарезание зубчатых колес червячной фрезой?
2. Какие фрезы обеспечивают большую точность профиля зубьев нарезаемых колес?
3. В каком случае применяются многозаходные червячные фрезы?
4. Как выбирается и на что влияет угол наклона винтовой линии червячно-модульной фрезы?
5. Почему расчетное сечение не помещается на передней поверхности зуба новой червячно-модульной фрезы?
6. Почему для чистовых червячных фрез передний угол принимается, как правило, равным  $0^\circ$ ?
7. На что влияет количество стружечных канавок червячной фрезы?
8. Какое направление имеют стружечные канавки и почему?

Контрольные вопросы к практическому занятию №6. (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Назовите основные типы и классы точности долбяков.
2. Укажите параметры режима резания при зубодолблении.
3. Напишите формулу для диаметра окружности впадин передней плоскости.
4. Чему равна толщина зуба в исходном сечении по делительной окружности?
5. Как производится шлифование задней поверхности плоской стороной?
6. Укажите минимальную толщину зуба по вершинам зубьев.

**Контрольные вопросы для защиты домашнего задания.** (ОПК-1.1, ОПК-2.1, ПК-1.1, ПК-2.1)

1. Опишите схему сил, действующих на режущее лезвие при точении токарным проходным резцом.
2. Для решения каких задач необходимо знать составляющие силы резания  $P_z$ ,  $P_y$  и  $P_x$ ?
3. Охарактеризовать и объяснить влияние переднего угла резца  $\gamma$  на составляющие силы резания.

4. Как получаются обобщенные формулы для расчета составляющих силы резания в зависимости от элементов режима резания и геометрии инструмента?
5. Что представляет собой удельная сила? Как она изменяется с увеличением глубины резания и подачи?

## 5.2. Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины

1. Практическое занятие №1. Определение режимов резания при точении цилиндрической заготовки.
2. Практическое занятие №2. Определение режимов резания при точении цилиндрической заготовки табличным методом.
3. Практическое занятие №3. Определение режимов резания при обработке точного отверстия сверлением, зенкерованием и развертыванием.
4. Практическое занятие №4. Определение режимов резания при фрезеровании плоскости торцовой фрезой.
5. Практическое занятие №5. Определение режимов резания при зубофрезеровании.
6. Практическое занятие №6. Определение режимов резания при зубодолблении.
7. Домашнее задание на тему «Исследование силовых характеристик резания при токарной обработке».

## 5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

По дисциплине предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов. Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки.

Вопрос 1 – из перечня вопросов 1-12 самостоятельной подготовки к экзамену.

Вопрос 2 – из перечня вопросов 13-24 самостоятельной подготовки к экзамену.

Вопрос 3 – из перечня практических заданий для подготовки к экзамену.

## 5.4. Методика оценки результатов обучения по дисциплине

Таблица 2. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 3. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении задания, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые вы-

	воды
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении задания, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении задания, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении задания, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Основная литература:

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Трембач Е.Н., Мелентьев Г.А., Схиртладзе А.Г., Борискин В.П.	Резание материалов: учебник	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: ТНТ, 2005.
Л 1.2	Грубый С.В.	Расчет параметров и показателей процесса резания: учебное пособие	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. Режим доступа: <a href="http://www.iprb ookshop.ru/98449.html">http://www.iprb ookshop.ru/98449.html</a>	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020.

### б) Дополнительная литература:

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Трембач Е.Н., Мелентьев Г.А., Схиртладзе А.Г. и др.	Проектирование металлорежущего инструмента: учебник	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: ТНТ, 2010.
Л 2.2	Гречишников В.А., Григорьев С.Н., Григорьев А.Г., Схиртладзе А.Г.	Режущие инструменты: учебное пособие	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: ТНТ, 2008.
Л 2.3	Грубый С.В.	Оптимизация процесса механической обработки и управление режимными параметрами: учебное пособие	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. Режим доступа:	Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Ба-

			<a href="http://www.iprbookshop.ru/94033.html">http://www.iprbookshop.ru/94033.html</a>	умана, 2014.
--	--	--	---	--------------

**в) Перечень методических материалов, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», программного обеспечения и информационных справочных систем и профессиональных баз данных, необходимый для освоения дисциплины (модуля)**

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Швачкин Е.Г., Титова А.П.	Оптимизация: методические указания к практическим занятиям	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2020.
Л 3.2	Борискин В.П., Макаров А.В.	Оптимизация процессов резания: метод пособие для выполнения исследовательского домашнего задания для аспирантов напр. подготовки 15.06.01 Машиностроение + CD	НТБ СТИ НИТУ «МИСиС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2016.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	Управление скоростью резания при точении <a href="https://www.youtube.com/watch?v=OHZN0zqAz-I">https://www.youtube.com/watch?v=OHZN0zqAz-I</a>
Э2	Алгоритм назначения и расчет режимов резания при токарной обработке <a href="https://www.youtube.com/watch?v=yqFRE5pneUc">https://www.youtube.com/watch?v=yqFRE5pneUc</a>
Э3	Понятие о процессе резания <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Wo_jodq41hY">https://www.youtube.com/watch?v=Wo_jodq41hY</a>

**Перечень программного обеспечения**

П1	Microsoft Windows
П2	Microsoft Office

**Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

И1	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
И2	Электронная библиотека НИТУ «МИСиС». Доступ: <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a>
И3	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE. Доступ <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
И4	Электронно-библиотечная система «IPR BOOKS». Доступ: <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
И5	Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». Доступ: <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Аудитория №108 (309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко, дом 3а).

Лаборатория конструирования и 3D-моделирования

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

- комплект мебели для преподавателя,
- комплект мебели для обучающихся на 18 посадочных мест,
- доска аудиторная,
- компьютер – 8 шт.,
- 3D-принтер PrintBox3D One,

- учебно-бытовой 3D-принтер,
- проектор,
- экран настенно-потолочный.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows,
- Kaspersky Endpoint Security,
- КОМПАС-3D,
- Лира,
- ANSYS.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся.

2. Аудитория ТП2 (309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко, дом 42).

Лаборатория упрочнения и восстановления деталей горного и металлургического оборудования. Технологический участок №1

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

- станок токарно-винторезный с универсальной цифровой индикацией JET GHB-1340A DRO,
- универсальный фрезерный станок JET JMD-939GH,
- станок сверлильный,
- заточной станок «Корвет»,
- верстак слесарный – 6 шт.,
- набор токарных резцов,
- набор осевого режущего инструмента,
- набор фрез,
- набор шлифовальных кругов,
- штангенциркули ШЦ-1-125,
- микрометры МК-25,
- линейки стальная измерительная 300 мм,
- линейки стальная измерительная 500 мм,
- стол сварочный с автономной вытяжкой ССПП-1900-650 Р,
- сварочный аппарат «Ресанта – САИ-190»,
- сварочный полуавтомат «Ариа» с подающим механизмом для проволоки,
- сварочный трансформатор,
- установка для электроискрового легирования Alier-Metall G53 – 8 шт.,
- печь электрокамерная с вытяжкой ЭКПС-10 – 2 шт.,
- многофункциональный портативный измеритель шероховатости TR 200,
- твердомер переносной ТЭМП-4,
- стационарный твердомер по Микро-Виккерсу «Метолаб 502»,
- микроскоп металлографический 4ХС с видеокамерой,
- установка для испытаний на абразивный износ по методу Бриннеля-Ховарта ТММ-112.

3. Помещение для самостоятельной работы

Аудитория №107 (309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, микрорайон Макаренко, дом 3а).

Лаборатория САПР

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

- комплект мебели для преподавателя,
- комплект мебели для обучающихся на 24 посадочных мест,
- доска аудиторная,
- компьютер – 8 шт.,
- проектор,
- экран настенно-потолочный.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows,
- Microsoft Office,
- KOMPAS-3D,
- ANSYS,
- интерактивная мультимедийная учебная система SYMPlus,
- Kaspersky Endpoint Security.

В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление аспиранта (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Содержание лекций должно отвечать ряду дидактических принципов, главными из которых является: целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность. Содержание лекции должно быть предварительно освещено вначале занятия в соответствии с планом лекции.

Материал лекции требует всестороннего, последовательного, логически стройного изложения и должен иметь завершенный характер. Объем научной информации должен быть четко систематизирован и методически проработан, высказываемые суждения доказательны, аргументированы. Лекции должны быть доступны для понимания. Вводимые термины и названия должны быть разъяснены. Главные мысли и положения должны быть выделены, формулировки выводов сделаны четко, лаконично. Обучающимся должна быть предоставлена возможность слушать, осмысливать и кратко записывать информацию.

Для каждой лекции подбирается соответствующий дидактический и демонстрационный материал (слайды, иллюстрации, экспериментальные образцы) и ссылки на источники (книги, журналы, сайты).

В заключение каждой лекции подразумевается подведение общего итога, обобщение материала, формулировка выводов, ответы на вопросы студентов.

Для лучшего усвоения и закрепления основных теоретических приложений изучаемого курса предусмотрено проведение практических занятий. Необходимым условием успешного участия в практических занятиях является самостоятельная подготовка обучающихся.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе обучающегося. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется и контролируется с помощью:

- вопросов для самоконтроля;
- защиты домашних заданий;
- защиты практических работ.