

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
(МИ ВлГУ)

Кафедра *ТМС*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 17.05.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Процессы и операции формообразования*

**Направление подготовки**

*15.03.02 Технологические машины и  
оборудование*

**Профиль подготовки**

*Технология и оборудование  
машиностроительного производства*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
5	180 / 5	32		16	3,2	0,25	51,45	128,55	Зач.
6	144 / 4	32		16	5,2	0,35	53,55	36,8	Экз.(53,65)
Итого	324 / 9	64		32	8,4	0,6	105	165,35	53,65

Муром, 2022 г.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Цель дисциплины: освоение обучающимися физических и кинематических закономерностей протекания процессов формообразования поверхностей деталей машин металлорежущими инструментами в условиях автоматизированных машиностроительных производств.

Задачи дисциплины:

1. Формирование у обучающихся знаний о процессах и операциях формообразования, закономерностях физико-механических процессов при формообразовании, обеспечении требуемых параметров процессов и формировании поверхности детали заданного качества.
2. Ознакомление обучающихся с основными методами обработки материалов, геометрическими параметрами режущей части инструмента, элементами режима резания и срезаемого слоя.
3. Ознакомление обучающихся с инструментальными материалами, силами, физико-механическими и тепловыми явлениями при резании, закономерностями изнашивания инструмента.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина "Процессы и операции формообразования" является дисциплиной обязательной части блока Б1 "Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 "Технологические машины и оборудование".

Базовыми дисциплинами, на которых основано изучение дисциплины "Процессы и операции формообразования", являются: "Введение в специальность", "Физика", "Сопротивление материалов", "Материаловедение", "Технология конструкционных материалов".

На результатах освоения дисциплины "Процессы и операции формообразования" основывается изучение дисциплин: "Режущий инструмент", "Основы технологии машиностроения", "Оборудование машиностроительных производств", "Расчёт и конструирование технологической оснастки", "Технология машиностроения". Кроме того, на результатах освоения дисциплины "Процессы и операции формообразования" основано прохождение обучающимися технологической (проектно-технологической) и преддипломной практик.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
ПК-1 Способен осуществлять технологическую подготовку производства машиностроительных изделий средней сложности	ПК-1.3 Выбирает стандартные и проектирует простые средства технологического оснащения для изготовления машиностроительных изделий	<b>Знать:</b> конструктивные элементы и геометрические параметры рабочей части режущих инструментов (ПК-1.3) <b>Уметь:</b> определять значения геометрических параметров режущей части инструмента и осуществлять их выбор (ПК-1.3) <b>Владеть:</b> навыками измерения значений геометрических параметров режущей части лезвийных инструментов . (ПК-1.3)	вопросы к устному опросу, контрольные вопросы к лабораторным работам, задания к итоговому тестированию
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.3 Применяет основные принципы, фундаментальные законы и методы естественных наук для эффективного решения задач в области профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основы механики стружкообразования, контактных процессов и тепловых явлений в зоне резания (ОПК-1.3) <b>Знать:</b> закономерности изнашивания и виды износа режущих инструментов . (ОПК-1.3)	вопросы к устному опросу, контрольные вопросы к лабораторным работам, задания к итоговому тестированию
	ОПК-1.4 Использует физические и кинематические закономерности протекания процессов изготовления изделий машиностроения	<b>Знать:</b> классификацию и особенности обрабатываемости резанием конструкционных машиностроительных материалов (ОПК-1.4) <b>Знать:</b> инструментальные материалы для режущих инструментов (ОПК-1.4) <b>Знать:</b> основы кинематики резания (ОПК-1.4) <b>Уметь:</b> определять кинематические параметры операций обработки резанием . (ОПК-1.4)	

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основы формообразования. Геометрия режущего клина. Основы кинематики резания.	5	32		16					128,55	устный опрос, отчёты по лабораторным работам, итоговое тестирование
Всего за семестр		180	32		16			3,2	0,25	128,55	Зач.
2	Физические основы стружкообразования.	6	32		16					36,8	устный опрос, отчёты по лабораторным работам, итоговое тестирование
Всего за семестр		144	32		16			5,2	0,35	36,8	Экз.(53,65)
Итого		324	64		32			8,4	0,6	165,35	53,65

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 5

*Раздел 1. Основы формообразования. Геометрия режущего клина. Основы кинематики резания.*

##### Лекция 1.

Классификация технологических процессов и операций формообразования поверхностей деталей машин. Роль обработки резанием в современной металлообработке (2 часа).

##### Лекция 2.

Основы резания материалов. Сущность и признаки обработки резанием. "Три кита" обработки резанием (2 часа).

**Лекция 3.**

Обрабатываемость материалов резанием. Методы определения обрабатываемости (2 часа).

**Лекция 4.**

Классификация конструкционных машиностроительных материалов по группам обрабатываемости резанием (2 часа).

**Лекция 5.**

Режущие инструменты. Требования, предъявляемые к инструментам (2 часа).

**Лекция 6.**

Инструментальные материалы для лезвийных режущих инструментов (2 часа).

**Лекция 7.**

Конструктивные элементы режущей части лезвийных инструментов (2 часа).

**Лекция 8.**

Геометрические параметры режущей части инструмента в статической системе координат (2 часа).

**Лекция 9.**

Кинематика резания. Виды движений резания (2 часа).

**Лекция 10.**

Скорости движений резания. Скорость резания. Скорость подачи (2 часа).

**Лекция 11.**

Принципиальные кинематические схемы резания: обобщённая классификация и анализ (2 часа).

**Лекция 12.**

Геометрические параметры режущей части инструмента в кинематической системе координат (2 часа).

**Лекция 13.**

Трансформация угловых параметров режущей части инструмента при установке и эксплуатации (2 часа).

**Лекция 14.**

Параметры срезаемого слоя. Режим резания и его элементы (2 часа).

**Лекция 15.**

Шероховатость обработанной поверхности (2 часа).

**Лекция 16.**

Основные случаи протекания процесса резания (2 часа).

**Семестр 6**

*Раздел 2. Физические основы стружкообразования.*

**Лекция 17.**

Физическая сущность стружкообразования как процесса глубокой пластической деформации и разрушения (2 часа).

**Лекция 18.**

Классификация типов стружек (2 часа).

**Лекция 19.**

Модель образования сливной стружки. Плоскость сдвига (2 часа).

**Лекция 20.**

Механика образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига (2 часа).

**Лекция 21.**

Деформация срезаемого слоя и напряжения при резании. Усадка стружки (2 часа).

**Лекция 22.**

Контактные процессы при резании материалов. Наростообразование (2 часа).

**Лекция 23.**

Состояние материала под поверхностью резания. Остаточные деформации и напряжения в поверхностном слое детали (2 часа).

**Лекция 24.**

Сопротивление резанию. Сила резания и её составляющие (2 часа).

**Лекция 25.**

Система сил при свободном резании. Формула К.А. Зворыкина (2 часа).

**Лекция 26.**

Система сил при несвободном резании. Работа резания и её составляющие. Мощность резания (2 часа).

**Лекция 27.**

Тепловые явления при резании материалов. Тепловой баланс. Температура резания и методы её определения (2 часа).

**Лекция 28.**

Напряжения в инструменте. Виды разрушения инструмента. Виды износа инструментов. Критерии износа (2 часа).

**Лекция 29.**

Механизмы изнашивания режущих инструментов (2 часа).

**Лекция 30.**

Зависимость стойкости инструмента от скорости резания. Основной закон стойкости (2 часа).

**Лекция 31.**

Роль внешней среды при резании материалов. Проникновение внешней среды на контактные поверхности режущего инструмента (2 часа).

**Лекция 32.**

Система резания. Взаимосвязь процессов и явлений при резании материалов (2 часа).

#### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

Не планируется.

#### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

**Семестр 5**

*Раздел 1. Основы формообразования. Геометрия режущего клина. Основы кинематики резания.*

**Лабораторная 1.**

Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов: токарные резцы (часть 1) (4 часа).

**Лабораторная 2.**

Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов: токарные резцы (часть 2) (4 часа).

**Лабораторная 3.**

Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов: цилиндрические фрезы (4 часа).

**Лабораторная 4.**

Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов: спиральные свёрла (4 часа).

**Семестр 6**

*Раздел 2. Физические основы стружкообразования.*

**Лабораторная 5.**

Деформация срезаемого слоя (4 часа).

**Лабораторная 6.**

Определение температуры стружки калориметрическим методом (4 часа).

**Лабораторная 7.**

Определение силы резания электроизмерительным и динамометрическим методами (часть 1) (4 часа).

## **Лабораторная 8.**

Определение силы резания электроизмерительным и динамометрическим методами (часть 2) (4 часа).

### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Основные направления развития науки и практики обработки материалов резанием.
2. Обобщённая классификация конструкционных материалов, подвергаемых обработке резанием.
3. Обобщённая классификация металлорежущих инструментов.
4. Обозначение инструментальных материалов для лезвийных инструментов.
5. Производство твердосплавных пластин для лезвийных режущих инструментов.
6. Абразивные инструментальные материалы.
7. Приложение принципиальных кинематических схем резания к основным операциям обработки резанием.
8. Кинематические углы токарного резца: определение, теоретический расчёт.
9. Параметры срезаемого слоя при различных операциях обработки резанием.
10. Несовершенства кристаллического строения твёрдых тел. Представление пластической деформации и разрушения с позиций теории дислокаций.
11. Условия образования различных типов стружек.
12. Основные формы стружек. Способы завивания и дробления стружки.
13. Экспериментальные методы определения составляющих силы резания.
14. Экспериментальные методы определения температуры резания.
15. Смазочно-охлаждающие технологические средства: классификация, состав, функциональные действия в процессе резания.
16. Способы подачи СОТС в зону резания.
17. Точение: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
18. строгание и долбление: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
19. Сверление, зенкерование, развёртывание: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
20. Фрезерование: кинематика, режим резания, параметры инструмента.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

## 4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
7	144 / 4	6		4	3	0,6	13,6	121,75	Экз.(8,65)
8	180 / 5	6		4	3	0,6	13,6	157,75	Экз.(8,65)
Итого	324 / 9	12		8	6	1,2	27,2	279,5	17,3

### 4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основы формообразования. Геометрия режущего клина. Основы кинематики резания.	7	6		4					121,75	устный опрос, отчёты по лабораторным работам, итоговое тестирование
Всего за семестр		144	6		4	+		3	0,6	121,75	Экз.(8,65)
2	Физические основы стружкообразования.	8	6		4					157,75	устный опрос, отчёты по лабораторным работам, итоговое тестирование
Всего за семестр		180	6		4	+		3	0,6	157,75	Экз.(8,65)
Итого		324	12		8			6	1,2	279,5	17,3



## **4.2.2. Содержание дисциплины**

### **4.2.2.1. Перечень лекций**

#### **Семестр 7**

*Раздел 1. Основы формообразования. Геометрия режущего клина. Основы кинематики резания.*

##### **Лекция 1.**

Основы резания материалов. Сущность и признаки обработки резанием. "Три кита" обработки резанием (2 часа).

##### **Лекция 2.**

Классификация конструкционных машиностроительных материалов по группам обрабатываемости резанием. Инструментальные материалы (2 часа).

##### **Лекция 3.**

Кинематика резания. Виды движений резания. Скорости движений резания (2 часа).

#### **Семестр 8**

*Раздел 2. Физические основы стружкообразования.*

##### **Лекция 4.**

Классификация типов стружек (2 часа).

##### **Лекция 5.**

Модель образования сливной стружки. Механика образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига (2 часа).

##### **Лекция 6.**

Сопротивление резанию. Сила резания и её составляющие (2 часа).

### **4.2.2.2. Перечень практических занятий**

Не планируется.

### **4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

#### **Семестр 7**

*Раздел 1. Основы формообразования. Геометрия режущего клина. Основы кинематики резания.*

##### **Лабораторная 1.**

Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов (4 часа).

#### **Семестр 8**

*Раздел 2. Физические основы стружкообразования.*

##### **Лабораторная 2.**

Определение температуры стружки калориметрическим методом (4 часа).

#### 4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Классификация технологических процессов и операций формообразования поверхностей деталей машин. Роль обработки резанием в современной металлообработке.
  2. Основные направления развития науки и практики обработки материалов резанием.
  3. Обобщённая классификация конструкционных материалов, подвергаемых обработке резанием.
  4. Обрабатываемость материалов резанием. Методы определения обрабатываемости.
  5. Режущие инструменты. Требования, предъявляемые к инструментам.
  6. Обобщённая классификация металлорежущих инструментов.
  7. Инструментальные материалы для лезвийных режущих инструментов.
  8. Производство твердосплавных пластин для лезвийных режущих инструментов.
  9. Абразивные инструментальные материалы.
  10. Конструктивные элементы режущей части лезвийных инструментов.
  11. Геометрические параметры режущей части инструмента в статической системе координат.
  12. Приложение принципиальных кинематических схем резания к основным операциям обработки резанием.
  13. Кинематические углы токарного резца: определение, теоретический расчёт.
  14. Параметры срезаемого слоя при различных операциях обработки резанием.
  15. Несовершенства кристаллического строения твёрдых тел. Представление пластической деформации и разрушения с позиций теории дислокаций.
  16. Условия образования различных типов стружек.
  17. Основные формы стружек. Способы завивания и дробления стружки.
  18. Контактные процессы при резании материалов. Наростообразование.
  19. Состояние материала под поверхностью резания. Остаточные деформации и напряжения в поверхностном слое детали.
  20. Система сил при свободном резании. Формула К.А. Зворыкина.
  21. Система сил при несвободном резании. Работа резания и её составляющие.
- Мощность резания.
22. Экспериментальные методы определения составляющих силы резания.
  23. Тепловые явления при резании материалов. Тепловой баланс. Температура резания и методы её определения.
  24. Экспериментальные методы определения температуры резания.
  25. Напряжения в инструменте. Виды разрушения инструмента. Виды износа инструментов. Критерии износа.
  26. Механизмы изнашивания режущих инструментов.
  27. Зависимость стойкости инструмента от скорости резания. Основной закон стойкости.
  28. Роль внешней среды при резании материалов. Проникновение внешней среды на контактные поверхности режущего инструмента.
  29. Смазочно-охлаждающие технологические средства: классификация, состав, функциональные действия в процессе резания.
  30. Способы подачи СОТС в зону резания.
  31. Система резания. Взаимосвязь процессов и явлений при резании материалов.
  32. Точение: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
  33. Строгание и долбление: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
  34. Сверление, зенкерование, развёртывание: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
  35. Фрезерование: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
- Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### 4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. Обрабатываемость резанием как технологическое свойство конструкционных материалов. Методы определения обрабатываемости резанием.
2. Классификация конструкционных материалов по обрабатываемости резанием (классификация групп обрабатываемости по ISO).
3. Классификация конструкционных сталей. Особенности обработки резанием различных классов сталей.
4. Нержавеющие (коррозионно-стойкие) стали: классификация, химический состав, физико-механические свойства, назначение. Особенности обработки резанием нержавеющей сталей.
5. Классификация конструкционных чугунов. Особенности обработки резанием различных классов чугунов.
6. Классификация цветных сплавов. Особенности обработки резанием алюминиевых и медных сплавов.
7. Особенности обработки резанием материалов высокой твёрдости (закалённой стали, отбеленного чугуна).
8. Классификация титановых и жаропрочных конструкционных сплавов. Особенности обработки резанием различных классов титановых и жаропрочных сплавов.
9. Виды инструментальных материалов для лезвийных режущих инструментов. Требования к инструментальным материалам. Области применения различных инструментальных материалов.
10. Быстрорежущая сталь: классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации режущих инструментов из быстрорежущей стали. Примеры применения.
11. Твёрдые сплавы на основе карбида вольфрама: классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации инструментов с режущей частью из твёрдых сплавов. Примеры применения.
12. Безвольфрамовые твёрдые сплавы (керметы): классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации инструментов с режущей частью из кермета. Примеры применения.
13. Покрытия для режущих инструментов и инструментальных пластин из твёрдых сплавов. Виды покрытий, способы нанесения, области применения. Примеры применения покрытий.
14. Инструментальная минералокерамика: классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации инструментов с режущей частью из керамики. Примеры применения.
15. Сверхтвёрдые инструментальные материалы (кубический нитрид бора, искусственный алмаз): классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации инструментов с режущей частью из сверхтвёрдых материалов. Примеры применения.
16. Абразивные материалы и инструменты. Классификация, химический состав, свойства, маркировка. Примеры применения.
17. Классификация основных способов и видов обработки резанием.
18. Конструктивные элементы и геометрические параметры режущей части инструмента (на примере токарного резца). Технологическая роль элементов и параметров режущей части токарного резца.
19. Конструктивные элементы и геометрические параметры режущей части инструмента (на примере спирального сверла, зенкера, развёртки). Технологическая роль элементов и параметров режущей части осевых инструментов.
20. Конструктивные элементы и геометрические параметры режущей части инструмента (на примере торцевой, цилиндрической дисковой, концевой фрез). Технологическая роль элементов и параметров режущей части фрез.

21. Параметры срезаемого слоя: припуск, глубина резания, толщина, ширина, номинальная площадь сечения, фактическая площадь сечения. Режим резания и последовательность его назначения.
22. Шероховатость как параметр качества обработанной поверхности. Параметры шероховатости и их применение в конструкторской и технологической документации. Факторы, влияющие на параметры шероховатости поверхностей, обработанных лезвийными и абразивными инструментами.
23. Основные случаи протекания процесса резания: однолезвийное и многолезвийное; свободное и несвободное; прямоугольное и косоугольное; непрерывное и прерывистое резание.
24. Классификация типов стружек при резании. Условия образования различных типов стружек.
25. Модель образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига. Зоны первичной и вторичной деформаций обрабатываемого материала.
26. Механика образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига. Сила стружкообразования и её составляющие.
27. Деформация срезаемого слоя. Способы оценки величины деформации. Усадка стружки. Текстура стружки.
28. Модель образования стружки скалывания. Плоскость скалывания. Плоскость сдвига.
29. Контактные явления при резании. Наростообразование. Методы исключения наростообразования и борьбы с наростообразованием.
30. Система сил при свободном и несвободном резании. Сила резания и её составляющие.
31. Расчётные и экспериментальные методы определения величины силы резания. Примеры расчёта при точении, сверлении, фрезеровании.
32. Теоретические методы определения величины силы резания. Формула К.А. Зворыкина.
33. Мощность и работа при резании.
34. Тепловые явления при резании. Основные источники выделения теплоты в зоне резания. Тепловой баланс зоны резания. Температура резания.
35. Расчётные и экспериментальные методы определения температуры резания. Понятие об оптимальном тепловом режиме обработки.
36. Формирование поверхностного слоя при обработке резанием. Остаточные деформации и напряжения в поверхностном слое. Влияние различных факторов на качество поверхностного слоя.
37. Формы стружек. Способы отвода, дробления и завивания стружки.
38. Физическая природа, виды изнашивания и разрушения режущего инструмента.
39. Механизмы изнашивания режущего инструмента. Стойкость инструмента и влияние на неё различных факторов.
40. Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), применяемые при резании: классификация, характеристика, области применения. Способы подачи СОТС в зону резания.
41. Особенности процесса шлифования. Виды шлифования. Назначение режимов резания при шлифовании. Абразивные материалы.
42. Кинематика резания, виды движений, скорости движений резания при точении (продольное точение, подрезка торца, растачивание, отрезка).
43. Кинематика резания, виды движений, скорости движений резания при сверлении, зенкеровании, развёртывании.
44. Кинематика резания, виды движений, скорости движений резания при строгании, долблении, протягивании.
45. Кинематика резания, виды движений, скорости движений резания при различных способах шлифования.

46. Понятие скорости резания, скорости подачи, скорости результирующего движения на примерах различных методов обработки лезвийными режущими инструментами.
47. Стойкость инструмента и скорость резания, допускаемая его режущими свойствами.
48. Качество поверхности после обработки резанием. Параметры качества поверхности и их зависимость от технологических факторов обработки резанием. Примеры технологического обеспечения качества при различных способах обработки резанием.
49. Методы восстановления режущей способности лезвийных и абразивных инструментов.
50. Методы стружкодробления и стружкозавивания при обработке резанием.

#### **4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

Уровень базового образования: среднее профессиональное.  
Срок обучения 3г 6м.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Переат- теста- ция	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
5	324 / 9	4		4	2	0,6	10,6	160,75	144	Экз.(8,65)
Итого	324 / 9	4		4	2	0,6	10,6	160,75	144	8,65

### 4.3.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основы формообразования. Геометрия режущего клина. Основы кинематики резания.	5	4		4					66	устный опрос, отчёты по лабораторным работам, итоговое тестирование
2	Физические основы стружкообразования.	5								94,75	устный опрос, итоговое тестирование
Всего за семестр		180	4		4	+		2	0,6	160,75	Экз.(8,65)
Итого		180	4		4			2	0,6	160,75	8,65
Итого с перееаттестацией		324									

## **4.3.2. Содержание дисциплины**

### **4.3.2.1. Перечень лекций**

#### **Семестр 5**

*Раздел 1. Основы формообразования. Геометрия режущего клина. Основы кинематики резания.*

##### **Лекция 1.**

Основы резания материалов. Сущность и признаки обработки резанием. "Три кита" обработки резанием (2 часа).

##### **Лекция 2.**

Кинематика резания. Виды движений резания. Скорости движений резания (2 часа).

### **4.3.2.2. Перечень практических занятий**

Не планируется.

### **4.3.2.3. Перечень лабораторных работ**

#### **Семестр 5**

*Раздел 1. Основы формообразования. Геометрия режущего клина. Основы кинематики резания.*

##### **Лабораторная 1.**

Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов (4 часа).

### **4.3.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Классификация технологических процессов и операций формообразования поверхностей деталей машин. Роль обработки резанием в современной металлообработке.
2. Основные направления развития науки и практики обработки материалов резанием.
3. Обобщённая классификация конструкционных материалов, подвергаемых обработке резанием.
4. Обрабатываемость материалов резанием. Методы определения обрабатываемости.
5. Режущие инструменты. Требования, предъявляемые к инструментам.
6. Обобщённая классификация металлорежущих инструментов.
7. Инструментальные материалы для лезвийных режущих инструментов.
8. Производство твердосплавных пластин для лезвийных режущих инструментов.
9. Абразивные инструментальные материалы.
10. Конструктивные элементы режущей части лезвийных инструментов.
11. Геометрические параметры режущей части инструмента в статической системе координат.
12. Приложение принципиальных кинематических схем резания к основным операциям обработки резанием.
13. Кинематические углы токарного резца: определение, теоретический расчёт.
14. Параметры срезаемого слоя при различных операциях обработки резанием.
15. Несовершенства кристаллического строения твёрдых тел. Представление пластической деформации и разрушения с позиций теории дислокаций.
16. Условия образования различных типов стружек.
17. Основные формы стружек. Способы завивания и дробления стружки.
18. Контактные процессы при резании материалов. Наростообразование.
19. Состояние материала под поверхностью резания. Остаточные деформации и напряжения в поверхностном слое детали.
20. Система сил при свободном резании. Формула К.А. Зворыкина.

21. Система сил при несвободном резании. Работа резания и её составляющие. Мощность резания.
  22. Экспериментальные методы определения составляющих силы резания.
  23. Тепловые явления при резании материалов. Тепловой баланс. Температура резания и методы её определения.
  24. Экспериментальные методы определения температуры резания.
  25. Напряжения в инструменте. Виды разрушения инструмента. Виды износа инструментов. Критерии износа.
  26. Механизмы изнашивания режущих инструментов.
  27. Зависимость стойкости инструмента от скорости резания. Основной закон стойкости.
  28. Роль внешней среды при резании материалов. Проникновение внешней среды на контактные поверхности режущего инструмента.
  29. Смазочно-охлаждающие технологические средства: классификация, состав, функциональные действия в процессе резания.
  30. Способы подачи СОТС в зону резания.
  31. Система резания. Взаимосвязь процессов и явлений при резании материалов.
  32. Точение: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
  33. Стругание и долбление: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
  34. Сверление, зенкерование, развёртывание: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
  35. Фрезерование: кинематика, режим резания, параметры инструмента.
- Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.3.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

1. Обрабатываемость резанием как технологическое свойство конструкционных материалов. Методы определения обрабатываемости резанием.
2. Классификация конструкционных материалов по обрабатываемости резанием (классификация групп обрабатываемости по ISO).
3. Классификация конструкционных сталей. Особенности обработки резанием различных классов сталей.
4. Нержавеющие (коррозионно-стойкие) стали: классификация, химический состав, физико-механические свойства, назначение. Особенности обработки резанием нержавеющей сталей.
5. Классификация конструкционных чугунов. Особенности обработки резанием различных классов чугунов.
6. Классификация цветных сплавов. Особенности обработки резанием алюминиевых и медных сплавов.
7. Особенности обработки резанием материалов высокой твёрдости (закалённой стали, отбеленного чугуна).
8. Классификация титановых и жаропрочных конструкционных сплавов. Особенности обработки резанием различных классов титановых и жаропрочных сплавов.
9. Виды инструментальных материалов для лезвийных режущих инструментов. Требования к инструментальным материалам. Области применения различных инструментальных материалов.
10. Быстрорежущая сталь: классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации режущих инструментов из быстрорежущей стали. Примеры применения.
11. Твёрдые сплавы на основе карбида вольфрама: классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации инструментов с режущей частью из твёрдых сплавов. Примеры применения.



12. Безвольфрамовые твёрдые сплавы (керметы): классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации инструментов с режущей частью из кермета. Примеры применения.

13. Покрытия для режущих инструментов и инструментальных пластин из твёрдых сплавов. Виды покрытий, способы нанесения, области применения. Примеры применения покрытий.

14. Инструментальная минералокерамика: классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации инструментов с режущей частью из керамики. Примеры применения.

15. Сверхтвёрдые инструментальные материалы (кубический нитрид бора, искусственный алмаз): классификация, химический состав, физико-механические свойства. Виды и особенности эксплуатации инструментов с режущей частью из сверхтвёрдых материалов. Примеры применения.

16. Абразивные материалы и инструменты. Классификация, химический состав, свойства, маркировка. Примеры применения.

17. Классификация основных способов и видов обработки резанием.

18. Конструктивные элементы и геометрические параметры режущей части инструмента (на примере токарного резца). Технологическая роль элементов и параметров режущей части токарного резца.

19. Конструктивные элементы и геометрические параметры режущей части инструмента (на примере спирального сверла, зенкера, развёртки). Технологическая роль элементов и параметров режущей части осевых инструментов.

20. Конструктивные элементы и геометрические параметры режущей части инструмента (на примере торцевой, цилиндрической дисковой, концевой фрез). Технологическая роль элементов и параметров режущей части фрез.

21. Параметры срезаемого слоя: припуск, глубина резания, толщина, ширина, номинальная площадь сечения, фактическая площадь сечения. Режим резания и последовательность его назначения.

22. Шероховатость как параметр качества обработанной поверхности. Параметры шероховатости и их применение в конструкторской и технологической документации. Факторы, влияющие на параметры шероховатости поверхностей, обработанных лезвийными и абразивными инструментами.

23. Основные случаи протекания процесса резания: однолезвийное и многолезвийное; свободное и несвободное; прямоугольное и косоугольное; непрерывное и прерывистое резание.

24. Классификация типов стружек при резании. Условия образования различных типов стружек.

25. Модель образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига. Зоны первичной и вторичной деформаций обрабатываемого материала.

26. Механика образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига. Сила стружкообразования и её составляющие.

27. Деформация срезаемого слоя. Способы оценки величины деформации. Усадка стружки. Текстура стружки.

28. Модель образования стружки скалывания. Плоскость скалывания. Плоскость сдвига.

29. Контактные явления при резании. Наростообразование. Методы исключения наростообразования и борьбы с наростообразованием.

30. Система сил при свободном и несвободном резании. Сила резания и её составляющие.

31. Расчётные и экспериментальные методы определения величины силы резания. Примеры расчёта при точении, сверлении, фрезеровании.

32. Теоретические методы определения величины силы резания. Формула К.А. Зворыкина.

33. Мощность и работа при резании.

34. Тепловые явления при резании. Основные источники выделения теплоты в зоне резания. Тепловой баланс зоны резания. Температура резания.
35. Расчётные и экспериментальные методы определения температуры резания. Понятие об оптимальном тепловом режиме обработки.
36. Формирование поверхностного слоя при обработке резанием. Остаточные деформации и напряжения в поверхностном слое. Влияние различных факторов на качество поверхностного слоя.
37. Формы стружек. Способы отвода, дробления и завивания стружки.
38. Физическая природа, виды изнашивания и разрушения режущего инструмента.
39. Механизмы изнашивания режущего инструмента. Стойкость инструмента и влияние на неё различных факторов.
40. Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), применяемые при резании: классификация, характеристика, области применения. Способы подачи СОТС в зону резания.
41. Особенности процесса шлифования. Виды шлифования. Назначение режимов резания при шлифовании. Абразивные материалы.
42. Кинематика резания, виды движений, скорости движений резания при точении (продольное точение, подрезка торца, растачивание, отрезка).
43. Кинематика резания, виды движений, скорости движений резания при сверлении, зенкеровании, развёртывании.
44. Кинематика резания, виды движений, скорости движений резания при строгании, долблении, протягивании.
45. Кинематика резания, виды движений, скорости движений резания при различных способах шлифования.
46. Понятие скорости резания, скорости подачи, скорости результирующего движения на примерах различных методов обработки лезвийными режущими инструментами.
47. Стойкость инструмента и скорость резания, допускаемая его режущими свойствами.
48. Качество поверхности после обработки резанием. Параметры качества поверхности и их зависимость от технологических факторов обработки резанием. Примеры технологического обеспечения качества при различных способах обработки резанием.
49. Методы восстановления режущей способности лезвийных и абразивных инструментов.
50. Методы стружкодробления и стружкозавивания при обработке резанием.

#### **4.3.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины "Процессы и операции формообразования" применяется диалоговая технология проведения лекций, лабораторных работ в активной и интерактивной формах.

В качестве активных и интерактивных форм проведения занятий в рамках дисциплины применяются:

- дискуссия – форма проведения занятия, при которой обучающиеся высказывают своё мнение по проблеме, заданной преподавателем;
- Case-study (разбор конкретных ситуаций) – форма проведения занятия, при которой обучающиеся совместно с преподавателем анализируют конкретную производственную проблему или сложившуюся ситуацию;
- доклад (презентация) – публичное сообщение, представляющее собой развёрнутое изложение определённой темы. Доклад может быть представлен различными участниками образовательного процесса: преподавателем, обучающимся, коллективом обучающихся,

приглашённым экспертом. Докладчик готовит необходимые материалы в виде текста, презентации PowerPoint, иллюстрации и т.д.;

- моделирование – исследование объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих предметов или явлений для их определения, либо улучшения их характеристик, рационализации способов их построения, управления ими и прогнозирования.

На каждое лабораторное занятие обучающимся формируются как индивидуальные, так и коллективные задания (исходные данные, в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ). Отчёт по лабораторным работам обучающийся составляет индивидуально во время лабораторного занятия и по его окончании, в свободное время. Защита отчётов по лабораторным работам проводится до начала следующего лабораторного занятия в установленные часы консультаций и приёма текущих задолженностей.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Архипова Н.А. Процессы и операции формообразования. Режимы резания : учебное пособие / Н.А. Архипова, Т.А. Блинова, В.Я. Дуганов. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018. — 64 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92291.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/92291.html>

2. Егоркин О.В. Процессы и операции формообразования : учебно-методическое пособие / О.В. Егоркин, О.Н. Старостина. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 52 с. — ISBN 978-5-4487-0584-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86940.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/86940.html>

3. Скуратов Д.Л. Формообразование поверхностей деталей. Обработка материалов резанием : учебное пособие / Д.Л. Скуратов, В.Н. Трусов, Т.Н. Андрюхина. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. — 175 с. — ISBN 978-5-7964-1894-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91142.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/91142.html>

4. Карандашов К.К. Обработка металлов резанием: учебное пособие / К.К. Карандашов, В.Д. Клопотов. — Саратов: Профобразование, 2020. — 266 с. — ISBN 978-5-4488-0933-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99934.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/99934.html>

5. Грубый С.В. Расчет параметров и показателей процесса резания: учебное пособие / С.В. Грубый. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. — 192 с. — ISBN 978-5-9729-0463-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98449.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/98449.html>

6. Солнцев Ю.П. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Б.С. Ермаков, В.Ю. Пирайнен; под редакцией Ю.П. Солнцева. — 5-е изд. — Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2020. — 504 с. — ISBN 078-5-93808-347-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97817.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/97817.html>

7. Технология конструкционных материалов. Физико-механические основы обработки металлов резанием и металлорежущие станки : учебное пособие / В.Е. Гордиенко, А.А. Абросимова, В.И. Новиков [и др.]. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 84 с. — ISBN 978-5-9227-0703-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74354.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/74354.html>

8. Завистовский С.Э. Обработка материалов и инструмент: учебное пособие / С.Э. Завистовский. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. — 447 с. — ISBN 978-985-503-907-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/93388.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/93388.html>

9. Кузнецов В.Г. Обработка металлов резанием : учебное пособие / В.Г. Кузнецов, Ф.А. Гарифуллин, Г.А. Аминова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 275 с. — ISBN 978-5-7882-1648-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80236.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/80236.html>

10. Козлов А.А. Расчет режимов резания : учебное пособие / А.А. Козлов, А.М. Козлов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-88247-818-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83179.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/83179.html>

11. Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов: Практикум для студентов образовательных программ 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств; 15.03.02 Технологические машины и оборудование / сост. Карпов А.В. [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. (4,7 Мб). - Муром: МИ ВлГУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit); привод CD-ROM. - Загл. с экрана. - № госрегистрации 0321703785 - <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/resource/view.php?id=10980>

## **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Райхельсон В.А. Обработка резанием сталей, жаропрочных и титановых сплавов с учетом их физико-механических свойств / В.А. Райхельсон. — Москва : Техносфера, 2018. — 508 с. — ISBN 978-5-94836-476-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84694.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/84694.html>

2. Фещенко В.Н. Токарная обработка : учебник / В.Н. Фещенко, Р.Х. Махмутов. — Москва : Инфра-Инженерия, 2016. — 460 с. — ISBN 978-5-9729-0131-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/51737.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/51737.html>

3. Дулькевич А.О. Токарная и фрезерная обработка. Программирование системы ЧПУ НААС в примерах : пособие / А. О. Дулькевич. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 72 с. — ISBN 978-985-503-547-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67767.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/67767.html>

4. Финишная обработка поверхностей при производстве деталей / С.А. Клименко, М.Ю. Копейкина, В. И. Лавриненко [и др.] ; под редакцией С.А. Чижик, М.Л. Хейфец. — Минск : Белорусская наука, 2017. — 377 с. — ISBN 978-985-08-2201-7. — Текст : электронный //

Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74094.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/74094.html>

5. Бурочкин Ю.П. Расчет параметров сборных режущих инструментов : практикум / Ю.П. Бурочкин. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 116 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90900.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/90900.html>

6. Технология изготовления инструмента : учебное пособие / Ю.И. Иванов, Н.Д. Папшева, Н.Б. Кротинов [и др.]. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. — 282 с. — ISBN 978-5-06-0043-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90946.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/90946.html>

7. Механическая обработка тел вращения : учебно-методическое пособие / М.Г. Галкин, И.В. Коновалова, В. Н. Ашихмин, А. С. Смагнн. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 222 с. — ISBN 978-5-321-02430-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66171.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/66171.html>

8. Бурочкин Ю.П. Современные шлифовальные и правящие инструменты : учебное пособие / Ю.П. Бурочкин. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 307 с. — ISBN 978-5-7964-1860-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91799.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/91799.html>

9. Горчакова С.А., Килин В.А., Тарасов В.В. Обработка резанием: учебное пособие. - Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2006. - 88 с. - <http://window.edu.ru/resource/648/61648>

10. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Резание материалов: Учебник для студентов высших учебных заведений / под общей редакцией С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2007. - 304 с. - 50 экз.

11. Технология обработки металлов резанием: Учеб. пособие. - Академия AB Sandvik Coromant, 2009. - 250 с. - <https://disk.yandex.ru/i/RmXi30Db79LJ1A>

12. Технология обработки металлов резанием: Учеб. пособие. - Академия AB Sandvik Coromant, 2017. - <https://disk.yandex.ru/i/7n7fPPPrU9ucg>

13. Высокопроизводительная обработка резанием. - М.: Изд-во "Полиграфия", 2003. - 301 с. - <https://disk.yandex.ru/i/UzLGHNZ32fxmXQ>

14. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с. - 50 экз.

15. Вульф А.М. Резание металлов. – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1973. – 496 с. - 50 экз.

16. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М.: Высш. шк., 1985. – 304 с. - 50 экз.

17. Родин П.Р. Основы формообразования поверхностей резанием. – Киев: Высшая школа, 1977. – 192 с. - 50 экз.

### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

#### **Информационные справочные системы:**

1. <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=1064> - раздел, посвящённый дисциплине "Процессы и операции формообразования" на информационно-образовательном портале МИ ВлГУ.
2. <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/resource/view.php?id=10975> - электронный вариант конспекта лекций по дисциплине "Процессы и операции формообразования".
3. <https://disk.yandex.ru/d/qxRDZq74mvMH0w> - наглядные методические материалы по дисциплине "Процессы и операции формообразования", предлагаемые кафедрой технологии машиностроения МИ ВлГУ.
4. <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/Pages/default.aspx> - официальный сайт концерна Sandvik Coromant (Швеция).
5. <https://disk.yandex.ru/d/NKIn3eT0nA2jdA> - электронный интерактивный учебный курс "Технология обработки металлов резанием" (Metal Cutting Technology) концерна Sandvik Coromant (Швеция).
6. <https://disk.yandex.ru/i/XxxtxPW4-GcHqw> - учебные плакаты по обработке металлов резанием концерна Sandvik Coromant (Швеция).
7. <https://www.youtube.com/user/sandvikcoromant/videos> - видеопортал концерна Sandvik Coromant (Швеция).
8. <https://disk.yandex.ru/d/DkhsiCAKUsXGhw> - видеосеминары концерна Sandvik Coromant (Швеция), посвящённые различным технологическим решениям в области высокопроизводительной обработки резанием.
9. <http://eksmast.ru> - портал "Экспериментальная мастерская Виктора Леонтьева", посвящённый обработке материалов резанием.
10. <https://www.youtube.com/user/Eksmast/videos> - видеопортал "Экспериментальная мастерская Виктора Леонтьева", посвящённый обработке материалов резанием.
11. <https://www.youtube.com/user/rezaniematerialov/videos> - видеопортал "rezaniematerialov", посвящённый обработке материалов резанием.
12. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLjjI1KiKERXLldFeDbDoMN3sPQ-jwq3g3> - видеопортал "Viktor Dolya", посвящённый теории резания материалов.
13. <https://sites.google.com/site/cuttingofmaterials/home> - открытый онлайн-курс "Основы теории резания материалов" (автор: В.Н. Доля).
14. <https://disk.yandex.ru/i/1DsuI7EwOgl6Rw> - учебный видеофильм "Элементы конструкции резца", подготовленный кафедрой технологии машиностроения МИ ВлГУ.
15. <https://disk.yandex.ru/i/gMIKXoXIVT-4Kg> - учебный видеофильм «Маятниковый угломер», подготовленный кафедрой технологии машиностроения МИ ВлГУ.
16. <https://disk.yandex.ru/i/5vDpeS6NdW05TA> - учебный видеофильм "Универсальный угломер", подготовленный кафедрой технологии машиностроения МИ ВлГУ.
17. <https://disk.yandex.ru/d/PbGoedx-obwyTQ> - фотоальбом "Угломеры различных конструкций", подготовленный кафедрой технологии машиностроения МИ ВлГУ.

18. [https://disk.yandex.ru/d/BHpfSH3c\\_UqwtA](https://disk.yandex.ru/d/BHpfSH3c_UqwtA) - фотоальбом "Измерение углов резцов маятниковым угломером", подготовленный кафедрой технологии машиностроения МИ ВлГУ.
19. <https://disk.yandex.ru/d/qbLRp9cGRYEjpA> - фотоальбом "Измерение углов резцов универсальным угломером", подготовленный кафедрой технологии машиностроения МИ ВлГУ.
20. [https://disk.yandex.ru/d/xtBdK\\_xwN7oQ7g](https://disk.yandex.ru/d/xtBdK_xwN7oQ7g) - фотоальбом "Измерение углов фрезы и сверла", подготовленный кафедрой технологии машиностроения МИ ВлГУ.
21. <https://disk.yandex.ru/d/d-t9xHLwWd2CTw> - видео о закономерностях протекания обработки резанием и о различных технологических способах обработки резанием.
22. <https://extxe.com> - портал "Современные технологии производства".
23. <https://extxe.com/category/mashinostroenie/obrabotka> - портал "Современные технологии производства" (рубрика "Обработка").

#### **Программное обеспечение:**

Не предусмотрено.

### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)  
[mivlgu.ru](http://mivlgu.ru)  
[window.edu.ru](http://window.edu.ru)  
[disk.yandex.ru](https://disk.yandex.ru)  
[sandvik.coromant.com](http://sandvik.coromant.com)  
[youtube.com](http://youtube.com)  
[eksmast.ru](http://eksmast.ru) - портал "Экспериментальная мастерская Виктора Леонтьева", посвящённый обработке материалов резанием.  
[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **Лаборатория металлорежущего оборудования**

Станки: токарно-револьверный 1Г325; токарно-винторезный 16К20; токарно-винторезный 16Б25С; консольно-фрезерный 6М82; токарный автомат 1Б136; зубодолбежный станок 5В12; зубофрезерный станок 5В310; универсальная делительная головка УДГ-Д-320; токарно-винторезный с ЧПУ 16Б16Т1; станок точильно-шлифовальный 3ТШ-2; система управления 2С42, макеты узлов технологического оборудования.

### **Лаборатория процессов формообразования и инструмента**

Станок токарно-затыловочный 1811; полуавтомат заточной 3АВМ242; станок заточной 3Б28; станок заточной 3Б632; станок универсально-заточной 3Б642; прибор для настройки инструмента Б8-2027; станок вертикально-сверлильный 2А135; комплект наглядных пособий (плакатов) – 40 шт.

### **Мультимедийная лекционная аудитория Sandvik Coromant**

Проектор NEC NP 60, экран DKAPPER ApexSTAR, наглядные и учебные пособия Sandvik Coromant

### **Лаборатория резания**

Внутришлифовальный станок 132184 3А228; поперечно-строгальный станок 132153 ОД627; плоскошлифовальный станок 132130 451АР; универсально-фрезерный станок 675ПФ 1984 132171.

### **Лаборатория специальных технологий**

Станок вертикально-сверлильный 2Н135; станок электроискровой прошивочный; станок вертикально-фрезерный 676; станок токарно-винторезный 1К62; станок настольно-сверлильный НС12М; станок точильно-шлифовальный.

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

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся знакомится с основной и дополнительной литературой, дополнительными учебными пособиями и методическими материалами к лекционным занятиям, наглядными материалами по темам лекций, составляет индивидуальный конспект лекций. По возникающим вопросам и затруднениям обучающемуся предоставляется возможность обратиться к преподавателю за консультацией (согласно расписанию еженедельных консультаций, либо по окончании соответствующего лекционного занятия).

До выполнения лабораторных работ обучающийся самостоятельно изучает (повторяет) соответствующий раздел теоретического материала, пользуясь основной и дополнительной литературой, индивидуальным конспектом лекций. В начале каждого лабораторного занятия преподаватель разъясняет тему занятия, кратко излагает теоретический материал по теме занятия, после чего обучающийся знакомится с методическими указаниями по выполнению лабораторной работы, уясняет содержание и порядок выполнения работы, требования к отчёту по лабораторной работе. Лабораторная работа проводится в специализированных лабораториях кафедры технологии машиностроения МИ ВлГУ: "Лаборатории процессов формообразования и инструмента", "Лаборатории специальных технологий", "Лаборатории резания", "Лаборатории металлорежущего оборудования". Обучающиеся выполняют индивидуально задачу по изучению и определению значений геометрических параметров лезвийных режущих инструментов. Обучающиеся выполняют коллективно задачу по приборному исследованию характеристик процесса резания (усадка стружки, температура резания, сила резания), процесс обработки на металлорежущих станках осуществляется учебным мастером. Полученные результаты исследований сводятся в отчёт и защищаются по традиционной методике до начала следующего лабораторного занятия. Необходимый теоретический материал, задание, алгоритм выполнения лабораторной работы и требования к отчёту приведены в методических указаниях, размещённых и доступных для скачивания на информационно-образовательном портале института, а также в мультимедиа-материалах и учебных видеопособиях для подготовки к лабораторным работам.

Изучение тем, выносимых на самостоятельное освоение, осуществляется обучающимся в рамках внеаудиторной работы в соответствии с объёмом (часами), указанными в настоящей рабочей программе. При изучении тем обучающийся пользуется основной и дополнительной литературой, дополнительными учебными пособиями и методическими материалами, наглядными материалами по соответствующим темам (плакаты, схемы, мультимедийный оффлайн-курс, видеолекции, видеопособия, видеосеминары, фотоальбомы, базы данных, онлайн-курс и т.д.). Обучающемуся рекомендуется кратко изложить самостоятельно изученный материал в индивидуальном конспекте лекций, либо в форме краткого отчёта по изученной теме. По возникающим вопросам и затруднениям обучающемуся предоставляется возможность обратиться к преподавателю за консультацией (согласно расписанию еженедельных консультаций, либо по окончании каждого аудиторного занятия). Качество изучения тем, вынесенных на самостоятельное освоение, проверяется в рамках текущего контроля успеваемости в течение соответствующего семестра и во время прохождения обучающимся промежуточной аттестации по дисциплине по окончании соответствующего семестра.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *15.03.02 Технологические машины и оборудование* и профилю подготовки *Технология и оборудование машиностроительного производства*  
Рабочую программу составил к.т.н., декан МСФ Карпов А.В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМС, протокол № 28 от 11.05.2022 года.

Заведующий кафедрой ТМС \_\_\_\_\_ Волченков А.В.  
(Подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета, протокол № 6 от 12.05.2022 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ Калиниченко М.В.  
(Подпись) (Ф.И.О.)

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине  
"Процессы и операции формообразования"**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости  
по дисциплине**

**Перечень контрольных вопросов к лабораторным работам:**

**Контрольные вопросы к комплексной лабораторной работе "Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов":**

1. Основные кинематические параметры процесса резания.
2. Виды движений резания при точении, фрезеровании и сверлении.
3. Конструктивные элементы токарных резцов, цилиндрических фрез и спиральных сверл.
4. Геометрические параметры токарных резцов, цилиндрических фрез и спиральных сверл.
5. Методы и средства измерения значений геометрических параметров лезвийных инструментов.
6. Использование маятникового угломера.
7. Использование универсального угломера Д.С. Семёнова.
8. Использование угломера М.И. Бабчиничера.
9. Использование делительной головки и индикаторной стойки для измерения задних углов спиральных свёрл.

**Контрольные вопросы к лабораторной работе "Деформация срезаемого слоя":**

1. Классификация и краткая характеристика типов стружек, получаемых при обработке материалов резанием.
2. Оценка интенсивности пластической деформации при резании.
3. Что такое усадка стружки? В изменении каких геометрических параметров она выражается при резании?
4. Способы экспериментального определения коэффициента продольной усадки стружки.
5. Анализ зависимостей коэффициента усадки от геометрических и кинематических факторов процесса резания.
6. С какой целью и в каких случаях производят обработку резанием с отрицательным передним углом лезвия?

**Контрольные вопросы к лабораторной работе "Определение температуры стружки калориметрическим методом":**

1. Зачем необходимо знать и контролировать температуру при резании конструкционных материалов?
2. Какие методы измерения температуры резания вы знаете?
3. Сущность калориметрического метода измерения температуры резания?
4. Каковы преимущества и недостатки калориметрического метода измерения температуры резания?

**Контрольные вопросы к лабораторной работе "Определение силы резания электроизмерительным и динамометрическим методами":**

1. Зачем необходимо изучать тепловые явления при резании конструкционных материалов?
2. Сущность электроизмерительного метода определения количества теплоты в зоне резания.
3. Уравнение теплового баланса при резании и соотношение между его составляющими.
4. Каковы основные источники выделения теплоты при резании?
5. Что такое красностойкость инструментального материала?
6. Для каждого из опытов рассчитайте дополнительно тангенциальную составляющую силы резания и крутящий момент на шпинделе.

**Вопросы для устного опроса обучающихся на контрольных неделях:**

1. Роль обработки резанием в современном машиностроительном производстве. Исторический опыт и этапы развития обработки материалов резанием. Роль отечественных ученых в становлении науки о резании материалов.
2. Сущность и признаки обработки резанием. Процесс целенаправленного разрушения как основа обработки резанием. Классификация методов обработки резанием.
3. Виды материалов, подвергаемых обработке резанием. Обрабатываемость резанием как технологическое свойство конструкционных материалов. Методы определения и улучшения обрабатываемости материалов резанием.
4. Режущий инструмент как средство обеспечения внутренних связей процесса обработки резанием. Основные требования, предъявляемые к режущим инструментам, и методы их обеспечения на стадиях проектирования, производства инструментов.
5. Понятие о работоспособном состоянии, отказе и видах отказов, наработке, стойкости, надежности и ресурсе режущего инструмента.
6. Общность конструктивного строения рабочей части режущих инструментов. Понятие о лезвии, передней и задних поверхностях режущего клина, режущих кромках, зубе и стружечной канавке как элементах конструктивного строения.
7. Понятие о перемещении рабочей части инструмента относительно заготовки. Формообразующие движения в процессе резания. Определение скорости резания при вращательной и возвратно-поступательной траекториях главного движения резания.
8. Понятие о перемещении рабочей части инструмента относительно заготовки. Формообразующие движения в процессе резания. Определение подачи на зуб, подачи на оборот (подачи на двойной ход), а также минутной подачи при различных методах обработки резанием.
9. Значение и классификация принципиальных кинематических схем резания (ПКСР). Анализ ПКСР на примере различных методов обработки резанием.
10. Геометрические параметры режущей части инструментов в статической системе координат. Понятие о базовых поверхностях и плоскостях, относительно которых координируются рабочие поверхности инструмента: обрабатываемая поверхность, обработанная поверхность, поверхность резания, основная плоскость.
11. Геометрические параметры режущей части инструментов в статической системе координат (передний и задний углы, угол заострения, угол резания, углы в плане, угол при вершине, угол наклона главной режущей кромки). Взаимосвязь геометрических параметров, измеряемых в различных секущих и координирующих плоскостях.
12. Геометрические параметры режущей части инструментов в кинематической системе координат. Кинематический угол скорости резания.
13. Трансформация действительных значений геометрических параметров режущей части инструментов (резцов) при различной установке относительно базовых элементов станка (при смещении выше и ниже линии центров, при повороте вокруг вертикальной оси).

14. Геометрические параметры срезаемого слоя (толщина, ширина, номинальная и действительная площади) и их определение при различных методах обработки резанием. Влияние главного угла в плане на форму и размеры стружки.
15. Геометрические параметры срезаемого слоя и остаточного сечения при различных методах обработки резанием. Зависимость теоретической высоты неровностей на обработанной поверхности от геометрических и кинематических факторов процесса резания (на примере точения и фрезерования).
16. Понятие о режиме резания и его элементах. Последовательность назначения элементов режима резания. Понятие об оптимальном режиме резания.
17. Основные случаи резания: свободное и несвободное; прямоугольное (ортогональное) и косоугольное; однолезвийное и многолезвийное; непрерывное и прерывистое; стационарное и нестационарное.
18. Интенсивность (производительность) процесса резания и ее определение в виде минутного съема стружки. Минутный сьем стружки при точении, сверлении и цилиндрическом фрезеровании.
19. Физическая сущность процесса резания. Резание как процесс глубокой пластической деформации и разрушения обрабатываемого материала. Теоретическая и реальная прочность кристаллических тел.
20. Физическая сущность процесса резания. Несовершенства кристаллического строения твердых тел. Дислокационное представление о пластической деформации и разрушении при обработке резанием.
21. Физическая сущность процесса резания. Пластическая деформация и разрушение при резании. Структурная схема трансформации энергии в зоне резания.
22. Физическая сущность процесса резания. Классификация видов разрушения обрабатываемого материала в зависимости от величины работы образования новых поверхностей: хрупкое, квазихрупкое, вязкое. Влияние вида разрушения на закономерности протекания процесса резания.
23. Классификация типов стружек. Влияние условий обработки на тип образующийся стружки при обработке пластичных и квазихрупких материалов; влияние физико-механических свойств; влияние геометрических параметров режущей части инструментов; влияние элементов режима резания и срезаемого слоя.
24. Модель образования сливной стружки. Зоны первичной и вторичной деформации обрабатываемого материала. Условная плоскость сдвига как идеализированное представление о зоне первичной деформации. Угол сдвига.
25. Механика стружкообразования при единственной плоскости сдвига. Абсолютный и относительный сдвиг, угол сдвига. Сила стружкообразования и ее составляющие. Угол действия. Касательные напряжения, действующие в условной плоскости сдвига при срезании стружки.
26. Способы оценки деформации при резании. Абсолютный и относительный сдвиг, коэффициенты продольной и поперечной усадки стружки. Взаимосвязь характеристик деформации между собой и с управляемыми параметрами системы резания (передним углом, углом резания, главным углом в плане, скоростями движений резания, элементами срезаемого слоя).
27. Кинематический треугольник процесса резания как отражение взаимосвязей скорости резания, скорости сдвига и скорости движения стружки. Скорость деформации срезаемого слоя при резании. Представление стружкообразования как процесса высокоскоростного пластического деформирования обрабатываемого материала. Текстура стружки. Угол текстуры.
28. Модель образования стружки скалывания. Фазы образования элементной стружки. Плоскость скалывания. Угол скалывания и его взаимосвязь с углами действия и резания.
29. Особенности контактных процессов при резании материалов. Виды взаимодействий между инструментальным и обрабатываемым материалом. Застойные явления и распределение контактных нормальных и касательных напряжений по длине контактных зон. Методы оценки напряжений и коэффициентов трения в зависимости от условий обработки.

30. Особенности контактных процессов при резании материалов. Образование нароста. Положительная и отрицательная роль явления наростообразования с позиций обеспечения качества обработанных поверхностей и требуемого периода стойкости инструмента.
31. Сопротивление обрабатываемого материала резанию как сопротивление пластической деформации и диспергированию. Расчет сопротивления резанию через показатели физико-механических свойств обрабатываемого материала. Сила, мощность и работа резания.
32. Система сил при свободном резании как совокупность сил нормального давления и трения на передней и задней поверхностях инструмента. Вывод уравнения силы резания путем уподобления процесса резания процессу политропического сжатия.
33. Система сил при несвободном резании. Технологическое значение составляющих силы резания (тангенциальной, радиальной, осевой) и их взаимосвязь при различных условиях обработки.
34. Определение составляющих силы резания по эмпирическим зависимостям. Влияние управляемых параметров системы резания и физико-механических свойств обрабатываемого материала на силу резания. Удельная сила (давление) резания. Преимущества и недостатки эмпирического подхода к определению силы резания.
35. Предпосылки к теоретическому расчету силы стружкообразования при единственной плоскости сдвига. Равновесие системы сил в зоне резания. Силовая схема профессора К.А. Зворыкина. Преимущества и недостатки теоретического подхода к определению силы резания.
36. Экспериментальные методы определения сил резания. Обзор.
37. Работа резания и ее составляющие: работа деформирования срезаемого слоя; работа диспергирования; работа сил трения на контактных площадках передней и задней поверхностей инструмента. Расчет составляющих удельной работы резания через силу стружкообразования, геометрические параметры срезаемого слоя и характеристики пластической деформации.
38. Тепловые явления при резании. Основные источники выделения теплоты в зоне резания. Уравнение теплового баланса. Понятие о температуре резания и теплостойкости (красностойкости) инструментальных материалов.
39. Понятие о температуре резания как средней температуре контакта. Управление температурой через входные параметры системы резания. Оценка степени влияния этих параметров (скорости резания, подачи, глубины резания, геометрических параметров режущего инструмента) на температуру резания.
40. Экспериментальные методы определения температуры при резании: калориметрический метод; метод термочувствительных красок; метод цветов побежалости стружки.
41. Экспериментальные методы определения температуры при резании: методы искусственной, полуискусственной и естественной термопар.
42. Понятие и определение оптимального теплового режима в зоне резания. Оптимальная температура резания. Принципы управления тепловыми потоками при обработке резанием.
43. Образование поверхностного слоя при резании. Показатели качества обработанных поверхностей и их обеспечение различными методами обработки резанием. Влияние на качество обработанной поверхности различных факторов (геометрических параметров инструментов и элементов режима резания).
44. Формирование шероховатости поверхностей деталей машин при обработке резанием. Теоретическая и действительная высота микронеровностей и их зависимость от управляемых параметров системы резания.
45. Формирование физико-механического состояния поверхностного слоя деталей машин при обработке резанием. Характеристики наклепа и упругого последействия. Формирование технологических остаточных (внутренних) напряжений в поверхностном слое и их влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

46. Классификация форм стружек с позиций их отвода, дробления и размельчения. Объёмный коэффициент как количественная характеристика дробления стружки. Основные теоретические предпосылки процессов завитания и дробления стружек.
47. Классификация форм стружек с позиций их отвода, дробления и размельчения. Естественные и искусственные методы дробления стружки. Конструкции стружколомов.
48. Основные требования, предъявляемые к инструментальным материалам при резании. Классификация и области применения инструментальных материалов.
49. Инструментальные материалы. Характеристика углеродистых, легированных инструментальных сталей, быстрорежущих сталей: химический состав, маркировка, области применения.
50. Инструментальные материалы. Характеристика твердых сплавов на основе карбида вольфрама: химический состав, маркировка, области применения.
51. Инструментальные материалы. Характеристика минералокерамических и других сверхтвердых материалов: химический состав, маркировка, области применения.
52. Физическая природа изнашивания и разрушения режущего инструмента. Виды разрушения инструмента: хрупкое (выкрашивание, скол), пластическая деформация, изнашивание.
53. Закономерности изнашивания режущих инструментов по передней и задней поверхностям. Количественные показатели износа (размеры лунки, фаски износа). Критерий износа и его определение с помощью кривых износа или технологических требований к процессу обработки.
54. Механизмы абразивного и адгезионного изнашивания режущих инструментов.
55. Механизмы адгезионного, диффузионного и электроэрозионного изнашивания режущих инструментов.
56. Зависимость стойкости режущих инструментов от скорости резания. Причины немоности этой зависимости при изменении скорости резания в широких пределах.
57. Основной закон стойкости как основа эмпирических формул для расчета оптимальной скорости резания при различных методах обработки резанием (точении, сверлении, фрезеровании).
58. Формообразование поверхностей деталей машин точением: классификация видов точения и применяемых инструментов, кинематические схемы, сила и мощность резания, параметры срезаемого слоя, назначение оптимальной геометрии инструментов и режима обработки.
59. Формообразование поверхностей деталей машин фрезерованием: классификация видов фрезерования и применяемых инструментов, кинематические схемы, сила и мощность резания, параметры срезаемого слоя, назначение оптимальной геометрии инструментов и режима обработки.
60. Формообразование поверхностей деталей машин осевыми инструментами (сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание): классификация применяемых инструментов, кинематические схемы, сила и мощность резания, параметры срезаемого слоя, назначение оптимальной геометрии инструментов и режима обработки.
61. Формообразование поверхностей деталей машин протягиванием: классификация схем протягивания (профильная, генераторная, прогрессивная), конструктивные особенности протяжек, параметры срезаемого слоя.
62. Понятие о системе резания как совокупности трех потоков параметров: входных (определяющие, управляемые, возмущающие); функциональных; выходных. Взаимосвязь явлений при обработке резанием.
63. Понятие о системе резания. Управление выходными параметрами системы резания целенаправленным воздействием на функциональные параметры. Угол сдвига, как один из функциональных параметров, и его влияние на характеристики пластической деформации срезаемого слоя, долговечность режущего инструмента и качество обработанных поверхностей.

64. Процесс шлифования. Виды, строение и характеристики абразивного инструмента. Кинематические схемы процесса шлифования: круглое, внутренне, плоское (периферийное и торцовое).

65. Особенности процесса стружкообразования при абразивной обработке. Характеристики и маркировка абразивного инструмента. Назначение режимов шлифования.

66. Основные направления развития науки о резании и практики обработки материалов резанием в свете распространения высокоскоростного резания, гибких автоматизированных производств, «безлюдной» технологии. Адаптивное управление процессом резания.

67. Применение смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) при резании. Основные действия СОТС: смазочное, охлаждающее, моющее, диспергирующее.

#### **Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	устный опрос, отчёт по лабораторным работам	20
Рейтинг-контроль 2	устный опрос, отчёт по лабораторным работам	20
Рейтинг-контроль 3	устный опрос, отчёт по лабораторным работам	20
Посещение занятий студентом		20
Дополнительные баллы (бонусы)		10
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		10

## **2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

### **Перечень вопросов к зачёту / экзамену.**

### **Перечень задач / заданий к зачёту / экзамену**

**Вопросы для итогового устного опроса обучающихся на последней неделе семестра по дисциплине "Процессы и операции формообразования"**

*Часть 1 (за семестр, в котором изучается первый раздел дисциплины): вопросы для подготовки к зачёту:*

1. Роль обработки резанием в современном машиностроительном производстве. Исторический опыт и этапы развития обработки материалов резанием. Роль отечественных ученых в становлении науки о резании материалов.

2. Сущность и признаки обработки резанием. Процесс целенаправленного разрушения как основа обработки резанием. Классификация методов обработки резанием.

3. Виды материалов, подвергаемых обработке резанием. Обрабатываемость резанием как технологическое свойство конструкционных материалов. Методы определения и улучшения обрабатываемости материалов резанием.

4. Режущий инструмент как средство обеспечения внутренних связей процесса обработки резанием. Основные требования, предъявляемые к режущим инструментам, и методы их обеспечения на стадиях проектирования, производства и эксплуатации инструментов.

5. Понятие о работоспособном состоянии, отказе и видах отказов, наработке, стойкости, надежности и ресурсе режущего инструмента.

6. Общность конструктивного строения рабочей части режущих инструментов. Понятие о лезвии, передней и задних поверхностях режущего клина, режущих кромках, зубе и стружечной канавке как элементах конструктивного строения.



7. Понятие о перемещении рабочей части инструмента относительно заготовки. Формообразующие движения в процессе резания. Определение скорости резания при вращательной и возвратно-поступательной траекториях главного движения резания.
8. Понятие о перемещении рабочей части инструмента относительно заготовки. Формообразующие движения в процессе резания. Определение подачи на зуб, подачи на оборот (подачи на двойной ход), а также минутной подачи при различных методах обработки резанием.
9. Значение и классификация принципиальных кинематических схем резания (ПКСР). Анализ принципиальных кинематических схем резания (ПКСР) на примере различных методов обработки резанием.
10. Геометрические параметры режущей части инструментов в статической системе координат. Понятие о базовых поверхностях и плоскостях, относительно которых координируются рабочие поверхности инструмента: обрабатываемая поверхность, обработанная поверхность, поверхность резания, основная плоскость.
11. Геометрические параметры режущей части инструментов в статической системе координат (передний и задний углы, угол заострения, угол резания, углы в плане, угол при вершине, угол наклона главной режущей кромки). Взаимосвязь геометрических параметров, измеряемых в различных секущих и координирующих плоскостях.
12. Геометрические параметры режущей части инструментов в кинематической системе координат. Кинематический угол скорости резания.
13. Трансформация действительных значений геометрических параметров режущей части инструментов (резцов) при различной установке относительно базовых элементов станка (при смещении выше и ниже линии центров, при повороте вокруг вертикальной оси).
14. Геометрические параметры срезаемого слоя (толщина, ширина, номинальная и действительная площади) и их определение при различных методах обработки резанием. Влияние главного угла в плане на форму и размеры стружки.
15. Геометрические параметры срезаемого слоя и остаточного сечения при различных методах обработки резанием. Зависимость теоретической высоты неровностей на обработанной поверхности от геометрических и кинематических факторов процесса резания (на примере точения и фрезерования).
16. Понятие о режиме резания и его элементах. Последовательность назначения элементов режима резания. Понятие об оптимальном режиме резания.
17. Основные случаи резания: свободное и несвободное; прямоугольное (ортогональное) и косоугольное; однолезвийное и многолезвийное; непрерывное и прерывистое; стационарное и нестационарное.
18. Интенсивность (производительность) процесса резания и ее определение в виде минутного съема стружки. Минутный сьем стружки при точении, сверлении и цилиндрическом фрезеровании.

*Часть 2 (за семестр, в котором изучается второй раздел дисциплины): вопросы для подготовки к экзамену:*

19. Физическая сущность процесса резания. Резание как процесс глубокой пластической деформации и разрушения обрабатываемого материала. Теоретическая и реальная прочность кристаллических тел.
20. Физическая сущность процесса резания. Несовершенства кристаллического строения твердых тел. Дислокационное представление о пластической деформации и разрушении при обработке резанием.
21. Физическая сущность процесса резания. Пластическая деформация и разрушение при резании. Структурная схема трансформации энергии в зоне резания.
22. Физическая сущность процесса резания. Классификация видов разрушения обрабатываемого материала в зависимости от величины работы образования новых поверхностей: хрупкое, квазихрупкое, вязкое. Влияние вида разрушения на закономерности протекания процесса резания.

23. Классификация типов стружек. Влияние условий обработки на тип образующийся стружки при обработке пластичных и квазихрупких материалов; влияние физико-механических свойств; влияние геометрических параметров режущей части инструментов; влияние элементов режима резания и срезаемого слоя.

24. Модель образования сливной стружки. Зоны первичной и вторичной деформации обрабатываемого материала. Условная плоскость сдвига как идеализированное представление о зоне первичной деформации. Угол сдвига.

25. Механика стружкообразования при единственной плоскости сдвига. Абсолютный и относительный сдвиг, угол сдвига. Сила стружкообразования и ее составляющие. Угол действия. Касательные напряжения, действующие в условной плоскости сдвига при срезании стружки.

26. Способы оценки деформации при резании. Абсолютный и относительный сдвиг, коэффициенты продольной и поперечной усадки стружки. Взаимосвязь характеристик деформации между собой и с управляемыми параметрами системы резания (передним углом, углом резания, главным углом в плане, скоростями движений резания, элементами срезаемого слоя).

27. Кинематический треугольник процесса резания как отражение взаимосвязей скорости резания, скорости сдвига и скорости движения стружки. Скорость деформации срезаемого слоя при резании. Представление стружкообразования как процесса высокоскоростного пластического деформирования обрабатываемого материала. Текстура стружки. Угол текстуры.

28. Модель образования стружки скалывания. Фазы образования элементной стружки. Плоскость скалывания. Угол скалывания и его взаимосвязь с углами действия и резания.

29. Особенности контактных процессов при резании материалов. Виды взаимодействий между инструментальным и обрабатываемым материалом. Застойные явления и распределение контактных нормальных и касательных напряжений по длине контактных зон. Методы оценки напряжений и коэффициентов трения в зависимости от условий обработки.

30. Особенности контактных процессов при резании материалов. Образование нароста. Положительная и отрицательная роль явления наростообразования с позиций обеспечения качества обработанных поверхностей и требуемого периода стойкости инструмента.

31. Сопротивление обрабатываемого материала резанию как сопротивление пластической деформации и диспергированию. Расчет сопротивления резанию через показатели физико-механических свойств обрабатываемого материала. Сила, мощность и работа резания.

32. Система сил при свободном резании как совокупность сил нормального давления и трения на передней и задней поверхностях инструмента. Вывод уравнения силы резания путем уподобления процесса резания процессу политропического сжатия.

33. Система сил при несвободном резании. Технологическое значение составляющих силы резания (тангенциальной, радиальной, осевой) и их взаимосвязь при различных условиях обработки.

34. Определение составляющих силы резания по эмпирическим зависимостям. Влияние управляемых параметров системы резания и физико-механических свойств обрабатываемого материала на силу резания. Удельная сила (давление) резания. Преимущества и недостатки эмпирического подхода к определению силы резания.

35. Предпосылки к теоретическому расчету силы стружкообразования при единственной плоскости сдвига. Равновесие системы сил в зоне резания. Силовая схема профессора К.А. Зворыкина. Преимущества и недостатки теоретического подхода к определению силы резания.

36. Экспериментальные методы определения сил резания. Обзор.

37. Работа резания и ее составляющие: работа деформирования срезаемого слоя; работа диспергирования; работа сил трения на контактных площадках передней и задней

поверхностей инструмента. Расчет составляющих удельной работы резания через силу стружкообразования, геометрические параметры срезаемого слоя и характеристики пластической деформации.

38. Тепловые явления при резании. Основные источники выделения теплоты в зоне резания. Уравнение теплового баланса. Понятие о температуре резания и теплостойкости (красностойкости) инструментальных материалов.

39. Понятие о температуре резания как средней температуре контакта. Управление температурой через входные параметры системы резания. Оценка степени влияния этих параметров (скорости резания, подачи, глубины резания, геометрических параметров режущего инструмента) на температуру резания.

40. Экспериментальные методы определения температуры при резании: калориметрический метод; метод термочувствительных красок; метод цветов побежалости стружки.

41. Экспериментальные методы определения температуры при резании: методы искусственной, полуюискусственной и естественной термопар.

42. Понятие и определение оптимального теплового режима в зоне резания. Оптимальная температура резания. Принципы управления тепловыми потоками при обработке резанием.

43. Образование поверхностного слоя при резании. Показатели качества обработанных поверхностей и их обеспечение различными методами обработки резанием. Влияние на качество обработанной поверхности различных факторов (геометрических параметров инструментов и элементов режима резания).

44. Формирование шероховатости поверхностей деталей машин при обработке резанием. Теоретическая и действительная высота микронеровностей и их зависимость от управляемых параметров системы резания.

45. Формирование физико-механического состояния поверхностного слоя деталей машин при обработке резанием. Характеристики наклепа и упругого последействия. Формирование технологических остаточных (внутренних) напряжений в поверхностном слое и их влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

46. Классификация форм стружек с позиций их отвода, дробления и размельчения. Объёмный коэффициент как количественная характеристика дробления стружки. Основные теоретические предпосылки процессов завивания и дробления стружек.

47. Классификация форм стружек с позиций их отвода, дробления и размельчения. Естественные и искусственные методы дробления стружки. Конструкции стружколомов.

48. Основные требования, предъявляемые к инструментальным материалам при резании. Классификация и области применения инструментальных материалов.

49. Инструментальные материалы. Характеристика углеродистых, легированных инструментальных сталей, быстрорежущих сталей: химический состав, маркировка, области применения.

50. Инструментальные материалы. Характеристика твердых сплавов на основе карбида вольфрама: химический состав, маркировка, области применения.

51. Инструментальные материалы. Характеристика минералокерамических и других сверхтвердых материалов: химический состав, маркировка, области применения.

52. Физическая природа изнашивания и разрушения режущего инструмента. Виды разрушения инструмента: хрупкое (выкрашивание, скол), пластическая деформация, изнашивание.

53. Закономерности изнашивания режущих инструментов по передней и задней поверхностям. Количественные показатели износа (размеры лунки, фаски износа). Критерий износа и его определение с помощью кривых износа или технологических требований к процессу обработки.

54. Механизмы абразивного и адгезионного изнашивания режущих инструментов.

55. Механизмы адгезионного, диффузионного и электроэрозионного изнашивания режущих инструментов.

56. Зависимость стойкости режущих инструментов от скорости резания. Причины немонотонности этой зависимости при изменении скорости резания в широких пределах.
57. Основной закон стойкости как основа эмпирических формул для расчета оптимальной скорости резания при различных методах обработки резанием (точении, сверлении, фрезеровании).
58. Формообразование поверхностей деталей машин точением: классификация видов точения и применяемых инструментов, кинематические схемы, сила и мощность резания, параметры срезаемого слоя, назначение оптимальной геометрии инструментов и режима обработки.
59. Формообразование поверхностей деталей машин фрезерованием: классификация видов фрезерования и применяемых инструментов, кинематические схемы, сила и мощность резания, параметры срезаемого слоя, назначение оптимальной геометрии инструментов и режима обработки.
60. Формообразование поверхностей деталей машин осевыми инструментами (сверление, рассверливание, зенкерование, развертывание): классификация применяемых инструментов, кинематические схемы, сила и мощность резания, параметры срезаемого слоя, назначение оптимальной геометрии инструментов и режима обработки.
61. Понятие о системе резания как совокупности трех потоков параметров: входных (определяющие, управляемые, возмущающие); функциональных; выходных. Взаимосвязь явлений при обработке резанием.
62. Понятие о системе резания. Управление выходными параметрами системы резания целенаправленным воздействием на функциональные параметры. Угол сдвига, как один из функциональных параметров, и его влияние на характеристики пластической деформации срезаемого слоя, долговечность режущего инструмента и качество обработанных поверхностей.
63. Процесс шлифования. Виды, строение и характеристики абразивного инструмента. Кинематические схемы процесса шлифования: круглое, внутреннее, плоское (периферийное и торцовое).
64. Особенности процесса стружкообразования при абразивной обработке. Характеристики и маркировка абразивного инструмента. Назначение режимов шлифования.
65. Основные направления развития науки о резании и практики обработки материалов резанием в свете распространения высокоскоростного резания, гибких автоматизированных производств, «безлюдной» технологии. Адаптивное управление процессом резания.
66. Применение смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) при резании. Основные действия СОТС: смазочное, охлаждающее, моющее, диспергирующее.

### **Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания**

Формами промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине "Процессы и операции формообразования" являются зачёт (за семестр, в котором изучается первый раздел дисциплины) и экзамен (за семестр, в котором изучается второй раздел дисциплины). Оценка формируется на основании итогового рейтинга обучающегося. Итоговый рейтинг обучающегося включает в себя баллы, начисляемые по результатам текущего контроля успеваемости на контрольных неделях, итогового устного опроса либо итогового тестирования обучающегося на последней неделе семестра или на экзамене, а также дополнительные баллы за посещаемость и активность на занятиях, надлежащую учебную дисциплину - отдельно в каждом семестре её изучения.

На контрольных неделях осуществляется сплошной и/или индивидуальный устный опрос обучающихся по освоенным темам занятий и самостоятельной работы с использованием оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости.

Для проведения зачёта за семестр, в котором изучается первый раздел дисциплины, составляется перечень вопросов (заданий) для итогового устного опроса, а также

электронный банк вопросов (заданий) тестового типа на ИОП для итогового тестирования обучающихся на последней неделе семестра.

Для проведения экзамена за семестр, в котором изучается второй раздел дисциплины, составляется перечень вопросов (заданий) для итогового устного опроса, а также электронный банк вопросов (заданий) тестового типа на ИОП для итогового тестирования обучающихся на экзамене.

При проведении итогового тестирования для обучающегося в автоматизированном режиме создаётся индивидуальное сводное тестовое задание из электронного банка вопросов (заданий) на ИОП путём случайной выборки вопросов (заданий) из различных разделов и тем дисциплины. Продолжительность итогового тестирования: 60 минут.

Итоговый рейтинг и оценка за каждый семестр формируется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МИ ВлГУ. Результатом итогового устного опроса или итогового тестирования является сумма баллов, которая определяет возможность аттестации обучающегося по дисциплине:

- менее 50 баллов - "не зачтено";
- 50 - 100 баллов – "зачтено".

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>

50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

#### Примеры заданий:

- К какому классу технологических методов обработки относится резание материалов?
  - электрофизическому;
  - электрохимическому;
  - механическому;
  - термическому.
- Клинообразный элемент режущего инструмента, предназначенный для проникновения в материал заготовки и отделения стружки, называется:
  - гранью;
  - лезвием;
  - передней поверхностью;
  - вершиной.
- Поверхность резца, обращенная в процессе точения к обработанной поверхности детали, называется:
  - главной задней поверхностью;
  - вспомогательной задней поверхностью;
  - поверхностью резания;
  - передней поверхностью.
- Какое из движений резания относят к главному движению при фрезеровании?
  - продольное движение заготовки;
  - поперечное движение заготовки;
  - вертикальное движение заготовки;
  - вращательное движение фрезы.
- Укажите правильную формулу для расчета скорости резания  $v$ , м/мин, при растачивании цилиндрического отверстия, если начальный диаметр отверстия равен  $d$ , мм, а диаметр после растачивания –  $D$ , мм, частота вращения заготовки –  $n$ , мин<sup>-1</sup>

6. Какой из углов режущего лезвия не лежит в главной секущей плоскости?

- а) угол наклона главной режущей кромки;
- б) передний угол;
- в) главный задний угол;
- г) угол заострения.

7. При наружном продольном точении заготовки угол наклона главной режущей кромки резца взят отрицательным. В какую сторону будет направляться стружка в процессе обработки таким резцом?

- а) против направления движения подачи;
- б) по направлению движения подачи;
- в) направление движения стружки не зависит от угла.

8. Как называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное вдоль плоскости резания и равное длине активной части режущей кромки?

- а) глубиной резания;
- б) толщиной срезаемого слоя;
- в) шириной срезаемого слоя;
- г) длиной пути резания.

9. Какой тип стружки не может образовываться при резании отожженной углеродистой стали?

- а) элементная стружка;
- б) суставчатая стружка;
- в) сливная стружка;
- г) стружка надлома.

10. На шлифовальном круге имеется следующая маркировка:

25А 16П СМ2 8 К8 БЗ. Что обозначает «25А»?

- а) твердость круга;
- б) класс неуравновешенности круга;
- в) абразивный материал – электрокорунд белый;
- г) номер структуры и зерновой состав.

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке

<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1064&cat=22248%2C24743&qpage=0&category=6618%2C24743&qbshowtext=0&qbshowtext=1&recurse=0&recurse=1&showhidden=0&showhidden=1>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.