

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  
\_\_\_\_\_ 25.05.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Процессы и операции формообразования*

**Направление подготовки**

*15.03.02 Технологические машины и  
оборудование*

**Профиль подготовки**

| Семестр | Трудоем-<br>кость,<br>час./зач.<br>ед. | Лек-<br>ции,<br>час. | Практи-<br>ческие<br>занятия,<br>час. | Лабора-<br>торные<br>работы,<br>час. | Консультация,<br>час. | Конт-<br>роль,<br>час. | Всего<br>(контакт-<br>ная<br>работа),<br>час. | СРС,<br>час. | Форма<br>промежу-<br>точного<br>контроля<br>(экз., зач.,<br>зач. с оц.) |
|---------|--|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|---|--------------|---|
| 3       | 54 / 1,5                               | 16                   |                                       | 16                                   |                       | 0,25                   | 32,25   | 21,75        | Зач.  |
| 4       | 54 / 1,5                               | 16                   |                                       | 12                                   |                       | 0,25                   | 28,25   | 25,75        | Зач. с оц.  |
| Итого   | 108 / 3                                | 32                   |                                       | 28                                   |                       | 0,5                    | 60,5  | 47,5         |   |

Муром, 2021 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 вариативной 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: "История специальности", "Теоретическая механика", "Физика", "Сопротивление материалов".

На результатах освоения дисциплины "Процессы и операции формообразования" основывается изучение дисциплин: "Технология конструкционных материалов", "Основы технологии машиностроения", "Расчёт и конструирование технологической оснастки". Кроме того, на результатах освоения дисциплины "Процессы и операции формообразования" основано прохождение обучающимися технологической и преддипломной практик.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |  | Наименование оценочного средства   |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
| <b>ПК-10:</b> способность обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий                                     | Способность обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий                                     | <b>Знать:</b> геометрические параметры рабочей части режущих инструментов.<br><b>Уметь:</b> определять значения геометрических параметров режущей части инструмента и осуществлять их выбор.<br><b>Владеть:</b> навыками экспериментального определения значений геометрических параметров режущей части лезвийных инструментов. | вопросы для устного опроса, контрольные вопросы к лабораторным работам, задания для итогового тестирования |
| <b>ПК-15:</b> умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин | Умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин | <b>Знать:</b> классификацию и особенности обрабатываемости современных конструкционных материалов.<br><b>Знать:</b> инструментальные материалы для режущих инструментов.<br><b>Знать:</b> основы кинематики резания.<br><b>Уметь:</b> определять кинематические параметры различных видов обработки резанием.                    | вопросы для устного опроса, контрольные вопросы к лабораторным работам, задания для итогового тестирования |
| <b>ПК-16:</b> умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий   | Умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий   | <b>Знать:</b> основы механики резания, контактных процессов и тепловых явлений в зоне резания.   | вопросы для устного опроса, контрольные вопросы к лабораторным работам, задания для итогового тестирования |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

##### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

##### 4.1.1. Структура дисциплины

| №<br>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                | Классификация процессов формообразования. Обработка материалов резанием. Кинематика резания. | 3       | 16  |                      | 16                  |                    |         |              |          | 21,75                  | устный опрос, отчёты по лабораторным работам, итоговое тестирование                                       |
| Всего за семестр |  | 54      | 16  |                      | 16                  |                    |         | 0            | 0,25     | 21,75                  | Зач.  |
| 2                | Физические основы стружкообразования.  | 4       | 16  |                      | 12                  |                    |         |              |          | 25,75                  | устный опрос, отчёты по лабораторным работам, итоговое тестирование                                       |
| Всего за семестр |  | 54      | 16  |                      | 12                  |                    |         | 0            | 0,25     | 25,75                  | Зач. с оп.  |
| Итого            |  | 108     | 32  |                      | 28                  |                    |         |              | 0,5      | 47,5                   |   |

##### 4.1.2. Содержание дисциплины

###### 4.1.2.1. Перечень лекций

###### Семестр 3

*Раздел 1. Классификация процессов формообразования. Обработка материалов резанием. Кинематика резания.*

###### Лекция 1.

Понятие об изделии, производственном и технологическом процессах. Классификация процессов формообразования (2 часа).

###### Лекция 2.

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

###### Лекция 3.

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

**Лекция 4.**

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

**Лекция 5.**

Конструктивные элементы режущей части инструмента (2 часа).

**Лекция 6.**

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

**Лекция 7.**

Геометрия режущей части инструмента в статической и кинематической системах координат (2 часа).

**Лекция 8.**

Параметры срезаемого слоя. Режимы резания. Шероховатость обработанной поверхности (2 часа).

**Семестр 4**

*Раздел 2. Физические основы стружкообразования.*

**Лекция 9.**

Процесс образования стружки. Деформация и напряжения при резании (2 часа).

**Лекция 10.**

Типы стружек. Способы оценки деформации при резании. Усадка стружки (2 часа).

**Лекция 11.**

Контактные процессы. Образование нароста при резании (2 часа).

**Лекция 12.**

Сопротивление резанию. Система сил при свободном и несвободном резании (2 часа).

**Лекция 13.**

Работа резания. Мощность резания (2 часа).

**Лекция 14.**

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

**Лекция 15.**

Разрушение и изнашивание режущих инструментов (2 часа).

**Лекция 16.**

Операции обработки резанием: точение, сверление, фрезерование. Геометрические и кинематические особенности (2 часа).

**4.1.2.2. Перечень практических занятий**

Не планируется.

**4.1.2.3. Перечень лабораторных работ****Семестр 3**

*Раздел 1. Классификация процессов формообразования. Обработка материалов резанием. Кинематика 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 сверла (4 часа).

#### **Семестр 4**

*Раздел 2. Физические основы стружкообразования.*

##### **Лабораторная 5.**

Деформация срезаемого слоя (4 часа).

##### **Лабораторная 6.**

Определение температуры стружки и количества теплоты, отведённой стружкой, калориметрическим методом (4 часа).

##### **Лабораторная 7.**

Определение силы резания электроизмерительным и динамометрическим методами (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. Основные виды конструкционных материалов, подвергаемых обработке резанием.
3. Инструментальные материалы. Требования к инструментальным материалам на их соответствие служебному назначению, особенностям конструкции инструмента.
4. Основные требования, предъявляемые к режущим инструментам. Классификация режущих инструментов.
5. Приложение принципиальных кинематических схем резания к основным методам обработки резанием.
6. Параметры срезаемого слоя при различных методах обработки резанием.
7. Несовершенства кристаллического строения твёрдых тел. Представление процесса резания с позиций теории дислокаций.
8. Условия образования различных типов стружек.
9. Основные формы стружек. Способы завивания и дробления стружки.
10. Экспериментальные методы определения составляющих силы резания.
11. Экспериментальные методы определения температуры резания.
12. Методика проведения стойкостных испытаний режущих инструментов.

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-<br>кость,<br>час./ зач.<br>ед. | Лек-<br>ции,<br>час. | Практи-<br>ческие<br>занятия,<br>час. | Лабора-<br>торные<br>работы,<br>час. | Консультация,<br>час. | Конт-<br>роль, час. | Всего<br>(контакт-<br>ная<br>работа),<br>час. | СРС,<br>час. | Форма<br>промежуточного<br>контроля (экз.,<br>зач., зач. с оц.) |
|---------|---|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|---|--------------|---|
| 3       | 108 / 3                                 | 4                    | 14                                    |                                      |                       | 0,5                 | 18,5  | 85,75        | Зач. с<br>оц.(3,75)   |
| Итого   | 108 / 3                                 | 4                    | 14                                    |                                      |                       | 0,5                 | 18,5  | 85,75        | 3,75  |

### 4.2.1. Структура дисциплины

| №<br>п/п         | Раздел (тема)<br>дисциплины  | Семестр | Контактная работа<br>обучающихся с педагогическим<br>работником |                      |                     |                    |         |              |          | Самостоятельная работа | Форма текущего<br>контроля<br>успеваемости (по<br>неделям семестра),<br>форма<br>промежуточной<br>аттестации<br>(по семестрам) |
|------------------|--|---------|---|----------------------|---------------------|--------------------|---------|--------------|----------|------------------------|--|
|                  |  |         | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | КП / КР | Консультация | Контроль |                        |  |
| 1                | Классификация процессов формообразования. Обработка материалов резанием. Кинематика резания. | 3       | 2   | 6                    |                     | +                  |         |              |          | 34                     | контрольная работа, отчёты по практическим занятиям, итоговое тестирование   |
| 2                | Физические основы стружкообразования.  | 3       | 2   | 8                    |                     | +                  |         |              |          | 51,75                  | контрольная работа, отчёты по практическим занятиям,, итоговое тестирование  |
| Всего за семестр |  | 108     | 4   | 14                   |                     | +                  |         |              | 0,5      | 85,75                  | Зач. с оц.(3,75)   |
| Итого            |  | 108     | 4   | 14                   |                     |                    |         |              | 0,5      | 85,75                  | 3,75   |

## **4.2.2. Содержание дисциплины**

### **4.2.2.1. Перечень лекций**

#### **Семестр 3**

*Раздел 1. Классификация процессов формообразования. Обработка материалов резанием. Кинематика резания.*

##### **Лекция 1.**

Основы резания материалов. Кинематика резания. Параметры срезаемого слоя. Режимы резания. Шероховатость обработанной поверхности (2 часа).

*Раздел 2. Физические основы стружкообразования.*

##### **Лекция 2.**

Физические основы стружкообразования. Типы стружек. Сила, мощность и работа при резании (2 часа).

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

#### **Семестр 3**

*Раздел 1. Классификация процессов формообразования. Обработка материалов резанием. Кинематика резания.*

##### **Практическое занятие 1.**

Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов (часть 1) (2 часа).

##### **Практическое занятие 2.**

Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов (часть 2) (2 часа).

##### **Практическое занятие 3.**

Конструктивные элементы и геометрические параметры лезвийных режущих инструментов (часть 3) (2 часа).

*Раздел 2. Физические основы стружкообразования.*

##### **Практическое занятие 4.**

Деформация срезаемого слоя (2 часа).

##### **Практическое занятие 5.**

Определение температуры стружки калориметрическим методом (2 часа).

##### **Практическое занятие 6.**

Определение силы резания электроизмерительным и динамометрическим методами (часть 1: электроизмерительный метод) (2 часа).

##### **Практическое занятие 7.**

Определение силы резания электроизмерительным и динамометрическим методами (часть 2: динамометрический метод) (2 часа).

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

Не планируется.

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

*Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:*

1. Обработка резанием как основной метод формообразования поверхностей деталей машин.
2. Развитие учения о резании материалов. Роль отечественных учёных в становлении науки о резании материалов.
3. Основные направления развития науки и практики обработки материалов резанием.
4. Основные виды конструкционных материалов, подвергаемых обработке резанием.



5. Инструментальные материалы. Требования к инструментальным материалам на их соответствие служебному назначению, особенностям конструкции и технологической реализации режущего инструмента.

6. Основные требования, предъявляемые к режущим инструментам. Классификация режущих инструментов.

7. Значение принципиальных кинематических схем резания (ПКСР). Характеристика движений резания. Классификация принципиальных кинематических схем резания. ПКСР №№ 1, 2, 3.

8. Приложение принципиальных кинематических схем резания к различным методам обработки резанием.

9. Параметры срезаемого слоя: припуск, глубина резания, толщина, ширина, площадь. Режим резания. Остаточные неровности как параметр качества обработанной поверхности.

10. Параметры срезаемого слоя при различных методах обработки резанием.

11. Основные случаи резания: однолезвийное и многолезвийное; свободное и несвободное; прямоугольное и косоугольное; непрерывное и прерывистое; стационарное и нестационарное.

12. Несовершенства кристаллического строения твёрдых тел. Представление процесса резания с позиций теории дислокаций.

13. Методы оценки деформации срезаемого слоя.

14. Теоретическое определение величины усадки стружки.

15. Классификация типов стружек.

16. Модели образования различных типов стружек.

17. Экспериментальные методы определения составляющих силы резания.

18. Экспериментальные методы определения температуры резания.

19. Влияние технологических факторов резания на качество обработанной поверхности.

20. Основные формы стружек. Способы завивания и дробления стружки.

21. Изнашивание режущих инструментов. Характер износа инструментов. Критерии износа.

22. Механизмы изнашивания режущих инструментов. Зависимость стойкости инструмента от скорости резания. Основной закон стойкости.

23. Роль внешней среды при резании металлов. Проникновение внешней среды на поверхности контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом. Способы и техника применения технологических сред при резании.

24. Методы обработки резанием: точение, сверление. Назначение геометрии инструмента и оптимальных режимов резания.

25. Методы обработки резанием: фрезерование, протягивание. Назначение геометрии инструмента и оптимальных режимов резания.

26. Основные направления совершенствования процессов резания: высокоскоростное резание; применение инструментов со сменными многогранными пластинами; развитие «безлюдной технологии».

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. Понятие о режущем инструменте. Классификация режущих инструментов. Требования, предъявляемые к режущим инструментам. Конструктивные элементы режущих инструментов.
3. Виды инструментальных материалов. Требования к инструментальным материалам. Области применения различных инструментальных материалов.
4. Параметры срезаемого слоя: припуск, глубина резания, толщина, ширина, площадь. Режим резания.
5. Шероховатость как параметр качества обработанной поверхности. Факторы, влияющие на высоту остаточных неровностей обработанной поверхности при резании.
6. Основные случаи резания: однолезвийное и многолезвийное; свободное и несвободное; прямоугольное и косоугольное; непрерывное и прерывистое.
7. Классификация типов стружек. Условия образования различных типов стружек.
8. Модель образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига. Зоны первичной и вторичной деформаций обрабатываемого материала.
9. Механика образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига. Сила стружкообразования и её составляющие.
10. Деформация срезаемого слоя. Способы оценки величины деформации. Усадка стружки. Текстура стружки.
11. Модель образования стружки скалывания. Плоскость скалывания. Плоскость сдвига.
12. Особенности контактных явлений при резании. Наростообразование.
13. Система сил при свободном и несвободном резании. Сила резания и её составляющие.
14. Расчётные и экспериментальные методы определения величины силы резания.
15. Теоретические методы определения величины силы резания. Формула К.А. Зворыкина.
16. Мощность и работа при резании.
17. Тепловые явления при резании. Основные источники выделения теплоты в зоне резания. Тепловой баланс зоны резания. Температура резания.
18. Расчётные и экспериментальные методы определения температуры резания. Понятие об оптимальном тепловом режиме обработки.
19. Формирование поверхностного слоя при обработке резанием. Остаточные деформации и напряжения в поверхностном слое. Влияние различных факторов на качество поверхностного слоя.
20. Формы стружек. Способы отвода, дробления и завивания стружки.
21. Физическая природа, виды изнашивания и разрушения режущего инструмента.
22. Механизмы изнашивания режущего инструмента. Стойкость инструмента и влияние на неё различных факторов.
23. Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), применяемые при резании: классификация, характеристика, области применения. Способы подачи СОТС в зону резания.
24. Особенности процесса шлифования. Виды шлифования. Назначение режимов резания при шлифовании. Абразивные материалы.
25. Кинематическая теория формообразования поверхностей деталей машин режущими инструментами. Взаимосвязь формы получаемой поверхности и движений резания.
26. Методы формообразования поверхностей деталей машин режущими инструментами. Сравнительный анализ.
27. Методы формообразования поверхностей деталей машин режущими инструментами. Метод копирования. Метод следа.

28. Методы формообразования поверхностей деталей машин режущими инструментами. Метод касания. Метод огибания (обкатки).
29. Кинематика резания. Виды движений резания: главное движение, движение подачи, результирующее движение.
30. Скорости главного движения резания и движения подачи. Расчет этих скоростей применительно к различным способам обработки резанием.
31. Понятие о движении подачи при резании. Минутная подача, подача на оборот, подача на зуб.
32. Принципиальные кинематические схемы резания (ПКСР). Назначение ПКСР. Основные ПКСР.
33. Геометрические параметры режущей части инструментов в статической системе координат.
34. Геометрические параметры режущей части инструментов в кинематической системе координат.
35. Параметры срезаемого слоя: припуск, глубина резания, толщина, ширина, площадь. Режим резания. Остаточные неровности как параметр качества обработанной поверхности.
36. Элементы движения в процессе резания: скорости движений, рабочая плоскость, поверхность главного движения, поверхность резания, кинематический угол скорости резания, кинематический угол подачи.
37. Кинематический угол скорости резания и его роль при различных способах обработки (на примере строгания и точения).
38. Изменение угловых параметров режущей части инструментов за счет погрешностей установки (на примере наружного и внутреннего точения).
39. Изменение угловых параметров режущей части инструментов вследствие кинематических особенностей процесса резания. Кинематические углы резца.
40. Система кинематических угловых параметров резцов. Кинематические углы в плане. Кинематический угол наклона режущей кромки.
41. Система кинематических угловых параметров резцов. Кинематический передний угол.
42. Система кинематических угловых параметров резцов. Кинематический задний угол.
43. Система кинематических угловых параметров резцов. Расчет кинематических углов.
44. Кинематика точения. Классификация токарных резцов. Геометрические параметры режущей части резцов.
45. Кинематика растачивания, обработки торцев и отрезки заготовок резцами.
46. Назначение режимов резания при точении.
47. Кинематика строгания и долбления. Назначение режимов резания при строгании и долблении.
48. Кинематика сверления, зенкерования, развертывания, цекования. Виды инструментов, анализ геометрических параметров их режущих частей.
49. Назначение режимов резания при сверлении.
50. Назначение режимов резания при зенкеровании и развертывании.
51. Кинематика фрезерования. Классификация фрез, анализ геометрических параметров их режущих частей.
52. Встречное и попутное фрезерование. Понятие о равномерности фрезерования. Методы обеспечения равномерности фрезерования.
53. Назначение режимов резания при фрезеровании.
54. Формообразование поверхностей методами копирования и огибания (на примере обработки деталей зубчатых зацеплений).
55. Протягивание. Схемы протягивания. Конструктивные элементы протяжек. Назначение режимов резания при протягивании.
56. Кинематика шлифования. Виды абразивных инструментов. Способы обработки заготовок с использованием абразивных инструментов.
57. Назначение режимов резания при шлифовании.

### 4.3 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее профессиональное.

Срок обучения 3г 6м.

| Семестр | Трудоем-<br>кость,<br>час./ зач.<br>ед. | Лек-<br>ции,<br>час. | Практи-<br>ческие<br>занятия,<br>час. | Лабора-<br>торные<br>работы,<br>час. | Консультация,<br>час. | Конт-<br>роль, час. | Всего<br>(контак-<br>тная<br>работа),<br>час. | СРС,<br>час. | Форма<br>промежуточного<br>контроля (экз.,<br>зач., зач. с оц.) |
|---------|---|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|---|--------------|---|
| 3       | 108 / 3                                 | 2                    |                                       | 4                                    |                       | 0,5                 | 6,5   | 97,75        | Зач. с<br>оц.(3,75)   |
| Итого   | 108 / 3                                 | 2                    |                                       | 4                                    |                       | 0,5                 | 6,5   | 97,75        | 3,75  |

#### 4.3.1. Структура дисциплины

| №<br>п/п         | Раздел (тема)<br>дисциплины  | Семестр | Контактная работа<br>обучающихся с педагогическим<br>работником |                      |                     |                    |         |              |          | Самостоятельная работа | Форма текущего<br>контроля<br>успеваемости (по<br>неделям семестра),<br>форма<br>промежуточной<br>аттестации(по<br>семестрам) |
|------------------|--|---------|---|----------------------|---------------------|--------------------|---------|--------------|----------|------------------------|---|
|                  |  |         | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | КП / КР | Консультация | Контроль |                        |   |
| 1                | Классификация процессов формообразования. Обработка материалов резанием. Кинематика резания. | 3       | 2   |                      | 4                   | +                  |         |              |          | 37                     | контрольная работа, отчёты по лабораторной работе, итоговое тестирование  |
| 2                | Физические основы стружкообразования.  | 3       |   |                      |                     | +                  |         |              |          | 60,75                  | контрольная работа, итоговое тестирование   |
| Всего за семестр |  | 108     | 2   |                      | 4                   | +                  |         | 0            | 0,5      | 97,75                  | Зач. с оц.(3,75)  |
| Итого            |  | 108     | 2   |                      | 4                   |                    |         |              | 0,5      | 97,75                  | 3,75  |

## **4.3.2. Содержание дисциплины**

### **4.3.2.1. Перечень лекций**

#### **Семестр 3**

*Раздел 1. Обработка материалов резанием. Кинематика и физические основы стружкообразования.*

#### **Лекция 1.**

Основы резания материалов. Кинематика резания. Физические основы стружкообразования (2 часа).

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

Не планируется.

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

#### **Семестр 3**

*Раздел 1. Обработка материалов резанием. Кинематика и физические основы стружкообразования.*

#### **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. Обработка резанием как основной метод формообразования поверхностей деталей машин.
2. Развитие учения о резании материалов. Роль отечественных учёных в становлении науки о резании материалов.
3. Основные направления развития науки и практики обработки материалов резанием.
4. Основные виды конструкционных материалов, подвергаемых обработке резанием.
5. Инструментальные материалы. Требования к инструментальным материалам на их соответствие служебному назначению, особенностям конструкции и технологической реализации режущего инструмента.
6. Основные требования, предъявляемые к режущим инструментам. Классификация режущих инструментов.
7. Значение принципиальных кинематических схем резания (ПКСР). Характеристика движений резания. Классификация принципиальных кинематических схем резания. ПКСР №№ 1, 2, 3.
8. Приложение принципиальных кинематических схем резания к различным методам обработки резанием.
9. Параметры срезаемого слоя: припуск, глубина резания, толщина, ширина, площадь. Режим резания. Остаточные неровности как параметр качества обработанной поверхности.
10. Параметры срезаемого слоя при различных методах обработки резанием.
11. Основные случаи резания: однолезвийное и многолезвийное; свободное и несвободное; прямоугольное и косоугольное; непрерывное и прерывистое; стационарное и нестационарное.
12. Несовершенства кристаллического строения твёрдых тел. Представление процесса резания с позиций теории дислокаций.
13. Методы оценки деформации срезаемого слоя.
14. Теоретическое определение величины усадки стружки.
15. Классификация типов стружек.
16. Модели образования различных типов стружек.

17. Экспериментальные методы определения составляющих силы резания.
18. Экспериментальные методы определения температуры резания.
19. Влияние технологических факторов резания на качество обработанной поверхности.
20. Основные формы стружек. Способы завивания и дробления стружки.
21. Изнашивание режущих инструментов. Характер износа инструментов. Критерии износа.
22. Механизмы изнашивания режущих инструментов. Зависимость стойкости инструмента от скорости резания. Основной закон стойкости.
23. Роль внешней среды при резании металлов. Проникновение внешней среды на поверхности контакта режущего инструмента с обрабатываемым материалом. Способы и техника применения технологических сред при резании.
24. Методы обработки резанием: точение, сверление. Назначение геометрии инструмента и оптимальных режимов резания.
25. Методы обработки резанием: фрезерование, протягивание. Назначение геометрии инструмента и оптимальных режимов резания.
26. Основные направления совершенствования процессов резания: высокоскоростное резание; применение инструментов со сменными многогранными пластинами; развитие «безлюдной технологии».

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. Понятие о режущем инструменте. Классификация режущих инструментов. Требования, предъявляемые к режущим инструментам. Конструктивные элементы режущих инструментов.
3. Виды инструментальных материалов. Требования к инструментальным материалам. Области применения различных инструментальных материалов.
4. Параметры срезаемого слоя: припуск, глубина резания, толщина, ширина, площадь. Режим резания.
5. Шероховатость как параметр качества обработанной поверхности. Факторы, влияющие на высоту остаточных неровностей обработанной поверхности при резании.
6. Основные случаи резания: однолезвийное и многолезвийное; свободное и несвободное; прямоугольное и косоугольное; непрерывное и прерывистое.
7. Классификация типов стружек. Условия образования различных типов стружек.
8. Модель образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига. Зоны первичной и вторичной деформаций обрабатываемого материала.
9. Механика образования сливной стружки при единственной плоскости сдвига. Сила стружкообразования и её составляющие.
10. Деформация срезаемого слоя. Способы оценки величины деформации. Усадка стружки. Текстура стружки.
11. Модель образования стружки скалывания. Плоскость скалывания. Плоскость сдвига.
12. Особенности контактных явлений при резании. Наростообразование.
13. Система сил при свободном и несвободном резании. Сила резания и её составляющие.
14. Расчётные и экспериментальные методы определения величины силы резания.
15. Теоретические методы определения величины силы резания. Формула К.А. Зворыкина.
16. Мощность и работа при резании.

17. Тепловые явления при резании. Основные источники выделения теплоты в зоне резания. Тепловой баланс зоны резания. Температура резания.
18. Расчётные и экспериментальные методы определения температуры резания. Понятие об оптимальном тепловом режиме обработки.
19. Формирование поверхностного слоя при обработке резанием. Остаточные деформации и напряжения в поверхностном слое. Влияние различных факторов на качество поверхностного слоя.
20. Формы стружек. Способы отвода, дробления и завивания стружки.
21. Физическая природа, виды изнашивания и разрушения режущего инструмента.
22. Механизмы изнашивания режущего инструмента. Стойкость инструмента и влияние на неё различных факторов.
23. Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), применяемые при резании: классификация, характеристика, области применения. Способы подачи СОТС в зону резания.
24. Особенности процесса шлифования. Виды шлифования. Назначение режимов резания при шлифовании. Абразивные материалы.
25. Кинематическая теория формообразования поверхностей деталей машин режущими инструментами. Взаимосвязь формы получаемой поверхности и движений резания.
26. Методы формообразования поверхностей деталей машин режущими инструментами. Сравнительный анализ.
27. Методы формообразования поверхностей деталей машин режущими инструментами. Метод копирования. Метод следа.
28. Методы формообразования поверхностей деталей машин режущими инструментами. Метод касания. Метод огибания (обкатки).
29. Кинематика резания. Виды движений резания: главное движение, движение подачи, результирующее движение.
30. Скорости главного движения резания и движения подачи. Расчет этих скоростей применительно к различным способам обработки резанием.
31. Понятие о движении подачи при резании. Минутная подача, подача на оборот, подача на зуб.
32. Принципиальные кинематические схемы резания (ПКСР). Назначение ПКСР. Основные ПКСР.
33. Геометрические параметры режущей части инструментов в статической системе координат.
34. Геометрические параметры режущей части инструментов в кинематической системе координат.
35. Параметры срезаемого слоя: припуск, глубина резания, толщина, ширина, площадь. Режим резания. Остаточные неровности как параметр качества обработанной поверхности.
36. Элементы движения в процессе резания: скорости движений, рабочая плоскость, поверхность главного движения, поверхность резания, кинематический угол скорости резания, кинематический угол подачи.
37. Кинематический угол скорости резания и его роль при различных способах обработки (на примере строгания и точения).
38. Изменение угловых параметров режущей части инструментов за счет погрешностей установки (на примере наружного и внутреннего точения).
39. Изменение угловых параметров режущей части инструментов вследствие кинематических особенностей процесса резания. Кинематические углы резца.
40. Система кинематических угловых параметров резцов. Кинематические углы в плане. Кинематический угол наклона режущей кромки.
41. Система кинематических угловых параметров резцов. Кинематический передний угол.
42. Система кинематических угловых параметров резцов. Кинематический задний угол.
43. Система кинематических угловых параметров резцов. Расчет кинематических углов.

44. Кинематика точения. Классификация токарных резцов. Геометрические параметры режущей части резцов.
45. Кинематика растачивания, обработки торцев и отрезки заготовок резцами.
46. Назначение режимов резания при точении.
47. Кинематика строгания и долбления. Назначение режимов резания при строгании и долблении.
48. Кинематика сверления, зенкерования, развертывания, цекования. Виды инструментов, анализ геометрических параметров их режущих частей.
49. Назначение режимов резания при сверлении.
50. Назначение режимов резания при зенкеровании и развертывании.
51. Кинематика фрезерования. Классификация фрез, анализ геометрических параметров их режущих частей.
52. Встречное и попутное фрезерование. Понятие о равномерности фрезерования. Методы обеспечения равномерности фрезерования.
53. Назначение режимов резания при фрезеровании.
54. Формообразование поверхностей методами копирования и огибания (на примере обработки деталей зубчатых зацеплений).
55. Протягивание. Схемы протягивания. Конструктивные элементы протяжек. Назначение режимов резания при протягивании.
56. Кинематика шлифования. Виды абразивных инструментов. Способы обработки заготовок с использованием абразивных инструментов.
57. Назначение режимов резания при шлифовании.

#### **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. Трусков, 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).

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. - № государственной регистрации 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. 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.
10. Технология обработки металлов резанием: Учеб. пособие. - Академия АВ Sandvik Coromant, 2009. - 250 с. - <https://disk.yandex.ru/i/RmXi30Db79LJ1A>
11. Технология обработки металлов резанием: Учеб. пособие. - Академия АВ Sandvik Coromant, 2017. - <https://disk.yandex.ru/i/7n7fPPPrU9ucg>
12. Высокопроизводительная обработка резанием. - М.: Изд-во "Полиграфия", 2003. - 301 с. - <https://disk.yandex.ru/i/UzLGHNZ32fxmXQ>
13. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. — М.: Машиностроение, 1975. — 344 с. - 50 экз.
14. Вульф А.М. Резание металлов. — Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1973. — 496 с. - 50 экз.
15. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. — М.: Высш. шк., 1985. — 304 с. - 50 экз.
16. 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, посвященный 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), посвященные различным технологическим решениям в области высокопроизводительной обработки резанием.
9. <http://eksmast.ru> - портал "Экспериментальная мастерская Виктора Леонтьева", посвященный обработке материалов резанием.
10. <https://www.youtube.com/user/Eksmast/videos> - видеопортал "Экспериментальная мастерская Виктора Леонтьева", посвященный обработке материалов резанием.
11. <https://www.youtube.com/user/rezaniematerialov/videos> - видеопортал "rezaniematerialov", посвященный обработке материалов резанием.
12. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLjjI1KiKERXLldFeDbDoMN3sPQ-jwq3g3> - видеопортал "Viktor Dolya", посвященный 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").
24. [https://disk.yandex.ru/d/uZWpqv\\_UXzGvFQ](https://disk.yandex.ru/d/uZWpqv_UXzGvFQ) - точение: дополнительные материалы.

25. <https://disk.yandex.ru/d/06QfwyJKBCyniw> - строгание и долбление: видеолекция + дополнительные материалы.
26. <https://disk.yandex.ru/d/AkcRONvLzelkFg> - сверление и рассверливание: видеолекция + дополнительные материалы.
27. <https://disk.yandex.ru/d/k3abZgoM5YgZlg> - зенкерование и развёртывание: видеолекция + дополнительные материалы.
28. [https://disk.yandex.ru/d/5GI9Y\\_HwcFOqQ](https://disk.yandex.ru/d/5GI9Y_HwcFOqQ) - фрезерование: видеолекция + дополнительные материалы.
29. <https://disk.yandex.ru/d/d-t9xHLwWd2CTw> - видео на тему "Обработка металлов резанием".
30. [https://disk.yandex.ru/d/vp7cS-\\_ukLSI7Q](https://disk.yandex.ru/d/vp7cS-_ukLSI7Q) - видео-пояснение для выполнения лабораторной работы "Определение температуры стружки и количества теплоты, отведённой стружкой, калориметрическим методом".

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

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

iprbookshop.ru  
mivlgu.ru  
disk.yandex.ru  
sandvik.coromant.com  
youtube.com  
eksmast.ru - портал "Экспериментальная мастерская Виктора Леонтьева", посвящённый обработке материалов резанием.  
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 точно-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.

Формой промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине "Процессы и операции формообразования" в семестре, в котором изучается первый раздел дисциплины, является зачёт, в семестре, в котором изучается второй раздел дисциплины, - зачёт с оценкой. Оценка формируется на основании итогового рейтинга обучающегося. Семестровый рейтинг

обучающегося включает в себя баллы, начисляемые по результатам отчётов за лабораторные работы, ответов при проведении устного опроса обучающихся в рамках текущего контроля успеваемости, а также бонусные баллы за посещаемость, активность и надлежащую учебную дисциплину.

На контрольных неделях осуществляется сплошной и/или индивидуальный устный опрос обучающихся по освоенным темам лекций, выполненным лабораторным работам с использованием оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости. Для проведения зачёта составляется перечень вопросов (заданий), либо тестовое задание.

На основе базы тестовых вопросов (задач) программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для обучающихся. Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе обучающегося при каждой промежуточной аттестации и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов, на основании его формируется индивидуальный рейтинг обучающегося и определяется итоговая оценка за семестр (в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МИ ВлГУ).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
*15.03.02 Технологические машины и оборудование*

Рабочую программу составил *к.т.н., декан МСФ Карпов А.В.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМС, протокол № 15 от  
19.05.2021 года.

Заведующий кафедрой ТМС \_\_\_\_\_ *Волченков А.В.*  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии машиностроительного факультета, протокол № 6 от 25.05.2021 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*  
(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, полусинтетической 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, внутреннее, 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 зачету / зачету с оценкой.**

### **Перечень практических задач / заданий к зачету / зачету с оценкой**

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 съем стружки при точении, сверлении и цилиндрическом фрезеровании.

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

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, характеризующие процедуры оценивания**

Формой промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине "Процессы и операции формообразования" в семестре, в котором изучается первый раздел дисциплины, является зачёт, в семестре, в котором изучается второй раздел дисциплины, - зачёт с оценкой. Оценка формируется на основании итогового рейтинга обучающегося. Семестровый рейтинг обучающегося включает в себя баллы, начисляемые по результатам отчётов за лабораторные работы, ответов при проведении устного опроса обучающихся в рамках текущего контроля успеваемости, а также бонусные баллы за посещаемость, активность и надлежащую учебную дисциплину.

На контрольных неделях осуществляется сплошной и/или индивидуальный устный опрос обучающихся по освоенным темам лекций, выполненным лабораторным работам с использованием оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости. Для проведения зачёта составляется перечень вопросов (заданий), либо тестовое задание.

На основе базы тестовых вопросов (задач) программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для обучающихся. Программный комплекс формирует индивидуальные задания для

каждого зарегистрированного в системе обучающегося при каждой промежуточной аттестации и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов, на основании его формируется индивидуальный рейтинг обучающегося и определяется итоговая оценка за семестр (в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МИ ВлГУ).

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>Пороговый уровень</b>             |
| Менее 50        | «Неудовлетворительно» | Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки  | <b>Компетенции не сформированы</b>   |

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

#### Примеры заданий:

1. К какому классу технологических методов обработки относится резание материалов?
  - а) электрофизическому;
  - б) электрохимическому;
  - в) механическому;
  - г) термическому.
  
2. Клинообразный элемент режущего инструмента, предназначенный для проникновения в материал заготовки и отделения стружки, называется:
  - а) гранью;
  - б) лезвием;
  - в) передней поверхностью;
  - г) вершиной.
  
3. Поверхность резца, обращенная в процессе точения к обработанной поверхности детали, называется:
  - а) главной задней поверхностью;
  - б) вспомогательной задней поверхностью;
  - в) поверхностью резания;
  - г) передней поверхностью.
  
4. Какое из движений резания относят к главному движению при фрезеровании?
  - а) продольное движение заготовки;
  - б) поперечное движение заготовки;
  - в) вертикальное движение заготовки;
  - г) вращательное движение фрезы.
  
5. 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>
  - а)  $v = \frac{D}{n}$
  - б)  $v = \frac{D}{n} \cdot 1000$
  - в)  $v = \frac{D}{n} \cdot 1000 \cdot \pi$
  - г)  $v = \frac{D}{n} \cdot \pi$
  
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=46485%2C24743>

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