

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  
\_\_\_\_\_20.05.2025

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Тепловые процессы при формообразовании*

**Направление подготовки**

*15.04.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных  
производств*

**Профиль подготовки**

*Цифровые технологии в машиностроении*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
3	180 / 5	16	16		3,6	0,35	35,95	117,4	Экз.(26,65)
Итого	180 / 5	16	16		3,6	0,35	35,95	117,4	26,65

Муром, 2025 г.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Цель дисциплины: ознакомление обучающихся с рядом теоретических положений теплофизики и их применением для определения важнейших параметров тепловых процессов, свойственных различным операциям формообразования в условиях машиностроительных предприятий.

### Задачи дисциплины:

1. Изучение основных закономерностей теплового взаимодействия элементов технологической системы обработки резанием.
2. Изучение принципов и методик расчёта тепловых характеристик технологической системы обработки резанием.

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

Дисциплина "Тепловые процессы при формообразовании" является обязательной дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 "Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 15.04.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств".

Базовыми дисциплинами, на которых основано изучение дисциплины "Тепловые процессы при формообразовании", являются: "Методы обеспечения качества машиностроительной продукции", "Современные проблемы технологии машиностроения", "Системы числового программного управления станками".

На результатах освоения дисциплины "Тепловые процессы при формообразовании" основывается изучение дисциплин: "Специализация по теме диссертации", "Лабораторный практикум по компьютерному проектированию оснащения машиностроительного производства", а также прохождение технологической и преддипломной практик, выполнение выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
<b>ПК-1</b> Способен анализировать, разрабатывать и внедрять эффективные технологические процессы серийного производства изделий машиностроения	<b>ПК-1.2</b> Разрабатывает технические задания на разработку технологических процессов серийного производства механообрабатывающего производства	<b>Знать:</b> основные виды теплообмена в технологических системах обработки резанием <b>Знать:</b> основные теплофизические и энергетические показатели процесса обработки резанием. <b>Уметь:</b> определять работу резания, количество теплоты, образующейся при резании, в зависимости от технологических режимов обработки	вопросы для устного опроса,  контрольные вопросы к практическим занятиям,  задания для итогового тестирования
<b>ПК-2</b> Способен проводить анализ и проектирование технологического оснащения механообрабатывающего производства	<b>ПК-2.2</b> Разрабатывает технические задания на разработку средств технологического оснащения механообрабатывающего производства	<b>Знать:</b> основные методы решения дифференциального уравнения теплопроводности. <b>Уметь:</b> определять среднюю температуру резания и температуру на контактных поверхностях режущего инструмента теоретическим и экспериментальным путём	вопросы для устного опроса,  контрольные вопросы к практическим занятиям,  задания для итогового тестирования

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

##### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г.

##### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Теплообмен в технологических системах. Процесс теплопроводности.	3	4	16						82	устный опрос, отчёты по практическим занятиям, итоговое тестирование
2	Решение дифференциального уравнения теплопроводности.	3	12							35,4	устный опрос, итоговое тестирование
Всего за семестр		180	16	16				3,6	0,35	117,4	Экз.(26,65)
Итого		180	16	16				3,6	0,35	117,4	26,65

## **4.1.2. Содержание дисциплины**

### **4.1.2.1. Перечень лекций**

#### **Семестр 3**

*Раздел 1. Теплообмен в технологических системах. Процесс теплопроводности.*

##### **Лекция 1.**

Температурное поле. Температурный градиент. Основной закон теплопроводности (2 часа).

##### **Лекция 2.**

Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности (2 часа).

*Раздел 2. Решение дифференциального уравнения теплопроводности.*

##### **Лекция 3.**

Методы решения дифференциального уравнения теплопроводности. Обзор (2 часа).

##### **Лекция 4.**

Классический метод решения дифференциального уравнения теплопроводности (2 часа).

##### **Лекция 5.**

Операционный метод решения дифференциального уравнения теплопроводности (2 часа).

##### **Лекция 6.**

Метод источников тепла при решении дифференциального уравнения теплопроводности (2 часа).

##### **Лекция 7.**

Численный метод решения дифференциального уравнения теплопроводности (2 часа).

##### **Лекция 8.**

Моделирование процессов теплопроводности в технологических системах при обработке резанием (2 часа).

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

#### **Семестр 3**

*Раздел 1. Теплообмен в технологических системах. Процесс теплопроводности.*

##### **Практическое занятие 1**

Определение температуры стружки и количества теплоты, отведённой стружкой, калориметрическим методом (часть 1) (2 часа).

##### **Практическое занятие 2**

Определение температуры стружки и количества теплоты, отведённой стружкой, калориметрическим методом (часть 2) (2 часа).

##### **Практическое занятие 3**

Определение температуры резания методом цветов побежалости (2 часа).

##### **Практическое занятие 4**

Измерение температуры на передней поверхности токарного резца с помощью цифрового малогабаритного термометра (часть 1) (2 часа).

##### **Практическое занятие 5**

Измерение температуры на передней поверхности токарного резца с помощью цифрового малогабаритного термометра (часть 2) (2 часа).

#### **Практическое занятие 6**

Определение работы резания, количества теплоты и температуры стружки электроизмерительным методом (часть 1) (2 часа).

#### **Практическое занятие 7**

Определение работы резания, количества теплоты и температуры стружки электроизмерительным методом (часть 2) (2 часа).

#### **Практическое занятие 8**

Определение работы резания, количества теплоты и температуры стружки электроизмерительным методом (часть 3) (2 часа).

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

Не планируется.

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

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Актуальность изучения тепловых процессов в технологических системах при обработке резанием.
2. Технологическая система и её подсистемы при обработке резанием.
3. Основные виды теплообмена в технологических системах при обработке резанием.
4. Классификация методов экспериментального определения температуры в зоне резания.
5. Основные виды датчиков для измерения температуры в зоне резания.
6. Естественные, полусинтетические и искусственные термодатчики для измерения температуры в зоне резания.
7. Бесконтактные способы измерения температуры в зоне резания.
8. Условия однозначности при решении дифференциального уравнения теплопроводности. Граничные условия.
9. Схематизация формы и теплофизических характеристик тел при теплообмене.
10. Схематизация источников и стоков тепла в технологических системах при обработке резанием.

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: очно-заочная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г 6м.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
3	180 / 5	8	16		2,8	0,35	27,15	126,2	Экз.(26,65)
Итого	180 / 5	8	16		2,8	0,35	27,15	126,2	26,65

### 4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Теплообмен в технологических системах. Процесс теплопроводности.	3	4	16						82	устный опрос, отчёты по практическим занятиям, итоговое тестирование
2	Решение дифференциального уравнения теплопроводности.	3	4							44,2	устный опрос, итоговое тестирование
Всего за семестр		180	8	16				2,8	0,35	126,2	Экз.(26,65)
Итого		180	8	16				2,8	0,35	126,2	26,65

## **4.2.2. Содержание дисциплины**

### **4.2.2.1. Перечень лекций**

#### **Семестр 3**

*Раздел 1. Теплообмен в технологических системах. Процесс теплопроводности.*

##### **Лекция 1.**

Температурное поле. Температурный градиент. Основной закон теплопроводности (2 часа).

##### **Лекция 2.**

Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности (2 часа).

*Раздел 2. Решение дифференциального уравнения теплопроводности.*

##### **Лекция 3.**

Методы решения дифференциального уравнения теплопроводности. Обзор (2 часа).

##### **Лекция 4.**

Моделирование процессов теплопроводности в технологических системах при обработке резанием (2 часа).

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

#### **Семестр 3**

*Раздел 1. Теплообмен в технологических системах. Процесс теплопроводности.*

##### **Практическое занятие 1.**

Определение температуры стружки и количества теплоты, отведённой стружкой, калориметрическим методом (часть 1) (2 часа).

##### **Практическое занятие 2.**

Определение температуры стружки и количества теплоты, отведённой стружкой, калориметрическим методом (часть 2) (2 часа).

##### **Практическое занятие 3.**

Определение температуры резания методом цветов побежалости (2 часа).

##### **Практическое занятие 4.**

Измерение температуры на передней поверхности токарного резца с помощью цифрового малогабаритного термометра (часть 1) (2 часа).

##### **Практическое занятие 5.**

Измерение температуры на передней поверхности токарного резца с помощью цифрового малогабаритного термометра (часть 2) (2 часа).

##### **Практическое занятие 6.**

Определение работы резания, количества теплоты и температуры стружки электроизмерительным методом (часть 1) (2 часа).

##### **Практическое занятие 7.**

Определение работы резания, количества теплоты и температуры стружки электроизмерительным методом (часть 2) (2 часа).

##### **Практическое занятие 8.**

Определение работы резания, количества теплоты и температуры стружки электроизмерительным методом (часть 3) (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. Актуальность изучения тепловых процессов в технологических системах при обработке резанием.
2. Технологическая система и её подсистемы при обработке резанием.
3. Основные виды теплообмена в технологических системах при обработке резанием.
4. Классификация методов экспериментального определения температуры в зоне резания.
5. Основные виды датчиков для измерения температуры в зоне резания.
6. Естественные, полуискусственные и искусственные термопары для измерения температуры в зоне резания.
7. Бесконтактные способы измерения температуры в зоне резания.
8. Условия однозначности при решении дифференциального уравнения теплопроводности. Граничные условия.
9. Схематизация формы и теплофизических характеристик тел при теплообмене.
10. Схематизация источников и стоков тепла в технологических системах при обработке резанием.

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**

Не планируется.

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

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины "Тепловые процессы при формообразовании" применяется диалоговая технология проведения лекций, практических занятий 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 практическое занятие обучающимся формируются как индивидуальные, так и коллективные задания (исходные данные, в соответствии с методическими указаниями по

выполнению практических работ). Отчёт по практическим занятиям обучающийся составляет индивидуально во время практического занятия и по его окончании, в свободное время. Защита отчётов по практическим работам проводится на контрольных неделях в рамках текущего контроля успеваемости.

## **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. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах: Учебник для вузов по специальностям «Технология машиностроения» и «Металлорежущие станки и инструменты». – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с. - 50 экз.
2. 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>
3. 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>
4. Скуратов Д.Л. Формообразование поверхностей деталей. Обработка материалов резанием : учебное пособие / Д.Л. Скуратов, В.Н. Трусов, Т.Н. Андрияшина. — 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>
5. 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>
6. 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>
7. Технология конструкционных материалов. Физико-механические основы обработки металлов резанием и металлорежущие станки : учебное пособие / В.Е. Гордиенко, А.А. Абросимова, В.И. Новиков [и др.]. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 84 с. — ISBN 978-5-9227-0703-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/74354.html> (дата обращения: 11.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/74354.html>

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

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

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

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

1. 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.

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

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

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

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

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

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

8. 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=2726>,  
<https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=2697> - разделы, посвящённые дисциплине "Тепловые процессы при формообразовании" на информационно-образовательном портале (ИОП) МИ ВлГУ.
2. <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/url/view.php?id=43151> - электронный вариант конспекта лекций по дисциплине "Тепловые процессы при формообразовании".
3. <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/url/view.php?id=43155> - учебные и методические материалы по дисциплине "Тепловые процессы при формообразовании".
4. <http://eksmast.ru> - портал "Экспериментальная мастерская Виктора Леонтьева", посвящённый обработке материалов резанием.
5. <https://sites.google.com/site/cuttingofmaterials/home> - открытый онлайн-курс "Основы теории резания материалов" (автор: В.Н. Доля).

#### Программное обеспечение:

Учебный комплект КОМПАС-3D v19 и v20 (Hn-20-00343)  
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal (продление) (Гражданско-правовой договор бюджетного учреждения №2020.526633 от 23.11.2020 года)  
Microsoft Windows 7 Professional (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (Order Number: IM126433))

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

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)  
[disk.yandex.ru](http://disk.yandex.ru)  
[mivlgu.ru](http://mivlgu.ru)  
[eksmast.ru](http://eksmast.ru) - портал "Экспериментальная мастерская Виктора Леонтьева", посвящённый обработке материалов резанием.  
[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

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

Лаборатория металлорежущего оборудования

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

Высокотехнологичные методы механической обработки

Проектор Playscreen, экран настенный, ЭВМ (12 шт)

Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы обучающихся

ПК Intel Core i7-4790 3.6 GHz-2 шт., ПК Intel Core i5-4570 3.2 GHz-10 шт.

Лаборатория инновационного оборудования.

Станок токарный малогабаритный с ЧПУ. СТ-4.2 с блоком управления (ООО МП «Реабин»), станок малогабаритный с ЧПУ трёхкоординатный штатив (вариант Г) с блоком управления (ООО МП «Реабин»), ПК Intel Celeron 2.4 GHz/RAM 1024 Mb/HDD 80Gb -2 шт., ПК Intel Celeron 0,8 GHz/RAM 256 Mb/HDD 40Gb -2 шт., станок фрезерный малогабаритный четырёхкоординатный с ЧПУ, минитокарный станок SM-300E; комплект наглядных пособий (плакатов) – 34 шт.

## **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 (плакаты, схемы, видеофильмы), 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 практических занятий обучающийся самостоятельно изучает (повторяет) соответствующий раздел теоретического материала, пользуясь основной и дополнительной литературой, индивидуальным конспектом лекций. В начале каждого практического занятия преподаватель разъясняет тему занятия, кратко излагает теоретический материал по теме занятия, после чего обучающийся знакомится с методическими указаниями по выполнению практического занятия, уясняет содержание и порядок выполнения работы, требования к отчёту по практическому занятию. Практические занятия проводятся в специализированных лабораториях кафедры технологии машиностроения МИ ВлГУ. Процесс обработки на металлорежущих станках осуществляется учебным мастером. Полученные результаты исследований сводятся в отчёт и защищаются по традиционной методике на следующем практическом занятии. Необходимый теоретический материал, задание, алгоритм выполнения практического задания и требования к отчёту приведены в методических указаниях, размещённых и доступных для скачивания на информационно-образовательном портале института.

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. 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 аудиторного занятия). Качество изучения тем, вынесенных на самостоятельное освоение, проверяется в рамках текущего контроля успеваемости в течение семестра и во время прохождения обучающимся промежуточной аттестации.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств* и профилю подготовки *Цифровые технологии в машиностроении*.

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМС, протокол № 16 от 14.05.2025 года.

Заведующий кафедрой ТМС \_\_\_\_\_ Яшин А.В.  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета, протокол № 6 от 15.05.2025 года.

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

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине  
«Тепловые процессы при формообразовании»**

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

Перечень контрольных вопросов к практическим занятиям:

*Контрольные вопросы к занятию "Определение температуры стружки и количества теплоты, отведённой стружкой, калориметрическим методом":*

1. Основные кинематические параметры процесса резания.
2. Зачем необходимо знать и контролировать температуру при резании конструкционных материалов?
3. Какие методы определения температуры в зоне резания вы знаете?
4. Сущность калориметрического метода определения температуры резания?
5. Каковы преимущества и недостатки калориметрического метода определения температуры резания?
6. Какие технологические факторы в наибольшей степени влияют на температуру в зоне резания?

*Контрольные вопросы к занятию "Определение температуры резания методом цветов побежалости. Измерение температуры на передней поверхности токарного резца с помощью цифрового малогабаритного термометра":*

1. Какие экспериментальные методы измерения температуры резания вы знаете?
2. Сущность метода цветов побежалости.
3. Достоинства и недостатки определения температуры стружки по цветам побежалости.
4. Контактные и бесконтактные методы определения температуры в зоне резания.
5. Каким образом функционирует цифровой малогабаритный термометр ТЦМ 9210-М1?
6. Использование цифрового малогабаритного термометра ТЦМ 9210-М1 для определения температуры на передней поверхности токарного резца.
7. Какие технологические факторы в наибольшей степени оказали влияние на температуру в зоне резания при точении?
8. Какие вы знаете расчетные инженерные методы определения температуры в зоне резания?

Вопросы для устного опроса обучающихся на контрольных неделях:

1. Роль обработки резанием в современном машиностроительном производстве.
2. Необходимость учёта теплового фактора в технологических системах при обработке резанием.
3. Сущность и признаки обработки резанием. Процесс целенаправленного разрушения как основа обработки резанием. Классификация методов обработки резанием.
4. Виды материалов, подвергаемых обработке резанием. Обрабатываемость резанием как технологическое свойство конструкционных материалов. Методы определения и улучшения обрабатываемости материалов резанием.
5. Понятие о режиме резания и его элементах. Последовательность назначения элементов режима резания. Понятие об оптимальном режиме резания.
6. Работа резания и ее составляющие: работа деформирования срезаемого слоя; работа диспергирования; работа сил трения на контактных площадках передней и задней поверхностей инструмента.



7. Тепловые явления при резании. Основные источники выделения теплоты в зоне резания. Уравнение теплового баланса. Понятие о температуре резания и теплостойкости (краснотойкости) инструментальных материалов.
8. 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.
9. Экспериментальные методы определения температуры при резании: калориметрический метод; метод термочувствительных красок; метод цветов побежалости стружки.
10. Экспериментальные методы определения температуры при резании: методы искусственной, полуискусственной и естественной термопар.
11. Понятие и определение оптимального теплового режима в зоне резания. Оптимальная температура резания. Принципы управления тепловыми потоками при обработке резанием.
12. Применение смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) при резании. Основные действия СОТС: смазочное, охлаждающее, моющее, диспергирующее.
13. Актуальность изучения тепловых процессов в технологических системах при обработке резанием.
14. Технологическая система и её подсистемы при обработке резанием.
15. Основные виды теплообмена в технологических системах при обработке резанием.
16. Классификация методов экспериментального определения температуры в зоне резания.
17. Основные виды датчиков для измерения температуры в зоне резания.
18. Естественные, полуискусственные и искусственные термопары для измерения температуры в зоне резания.
19. Бесконтактные способы измерения температуры в зоне резания.
- Условия однозначности при решении дифференциального уравнения теплопроводности. Граничные условия.
20. Схематизация формы и теплофизических характеристик тел при теплообмене.
21. Схематизация источников и стоков тепла в технологических системах при обработке резанием.
22. Классический метод решения дифференциального уравнения теплопроводности.
23. Операционный метод решения дифференциального уравнения теплопроводности.
24. Метод источников тепла при решении дифференциального уравнения теплопроводности.
25. Численный метод решения дифференциального уравнения теплопроводности.

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

Рейтинг-контроль 1	устный опрос, отчёт по лабораторным работам	15
Рейтинг-контроль 2	устный опрос, отчёт по лабораторным работам	15
Рейтинг-контроль 3	устный опрос, отчёт по лабораторным работам	15
Посещение занятий студентом		5
Дополнительные баллы (бонусы)		5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		5

## 2. Промежуточная аттестация по дисциплине

### Перечень вопросов к экзамену.

### Перечень практических задач / заданий к экзамену

Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине "Тепловые процессы при формообразовании":

1. Технологическая система и ее подсистемы. Уровни подсистем. Признаки и условия функционирования технологических подсистем
2. Основные виды теплообмена в технологических системах при формообразовании деталей машин. Пояснить на примере токарной обработки.
3. Теплообмен теплопроводностью. Температурное поле в твердом теле. Разновидности температурных полей в зависимости от характера изменения температуры во времени.
4. Теплообмен теплопроводностью. Температурное поле в твердом теле. Разновидности температурных полей в зависимости от характера изменения температуры по осям координат (пояснить на соответствующих примерах).
5. Теплообмен теплопроводностью. Понятие изотермических поверхностей в твердом теле. Температурный градиент.
6. Теплообмен теплопроводностью. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности.
7. Теплообмен теплопроводностью. Коэффициент теплопроводности. Зависимость коэффициента теплопроводности от температуры.
8. Теплообмен теплопроводностью. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент теплопроводности и температуропроводности. Удельные объемная и весовая теплоемкости. Физический смысл указанных показателей.
9. Теплообмен теплопроводностью. Дифференциальное уравнение теплопроводности в приложении к  $n$ -мерным температурным полям.
10. Схематизация компонентов технологических систем с целью описания процессов теплопроводности. Условия однозначности.
11. Граничные условия I рода при схематизации компонентов технологических систем с целью описания процессов теплопроводности.
12. Граничные условия II рода при схематизации компонентов технологических систем с целью описания процессов теплопроводности.
13. Граничные условия III рода при схематизации компонентов технологических систем с целью описания процессов теплопроводности.
14. Граничные условия IV рода при схематизации компонентов технологических систем с целью описания процессов теплопроводности.
15. Схематизация компонентов технологических систем с целью описания процессов теплопроводности. Граничные условия I-IV рода (пояснить на примере плоского шлифования детали торцом чашечного круга).
16. Схематизация компонентов технологических систем с целью описания процессов теплопроводности. Активные и пассивные граничные поверхности твердых тел, их свойства.
17. Схематизация формы твердых тел при описании процессов теплопроводности в них.
18. Схематизация теплофизических характеристик материалов, участвующих в процессе теплопроводности.
19. Эквивалентный коэффициент теплопроводности для многокомпонентных и многослойных структур твердых тел.
20. Схематизация формы и размеров тепловых источников, действующих в технологических системах. Кодирование тепловых источников.
21. Основные разновидности закона распределения плотности теплового потока, встречающиеся в технологических системах.

22. Учет скорости перемещения тепловых источников в технологических системах. Классификация тепловых источников в зависимости от скорости их перемещения. Критерий Пекле.
23. Учет времени функционирования тепловых источников в технологических системах. Классификация тепловых источников в зависимости от времени их функционирования. Критерий Фурье.
24. Классический метод решения дифференциального уравнения теплопроводности.
25. Основные положения метода источников тепла при решении дифференциального уравнения теплопроводности.
26. Фундаментальное решение дифференциального уравнения теплопроводности. Формула Кельвина.
27. Фундаментальное решение дифференциального уравнения теплопроводности. Переход от точечных мгновенных неподвижных источников к реальным источникам.
28. Описание формы тел и условий на граничных поверхностях с помощью системы отражённых источников.
29. Описание граничных условий четвёртого ряда. Баланс теплоты между соприкасающимися телами.
30. Численный метод решения дифференциального уравнения теплопроводности.
31. Моделирование процессов теплопроводности в технологических системах. Разновидности моделирования. Необходимые условия подобия.
32. Моделирование процессов теплопроводности в технологических системах. Метод электротепловой аналогии.

### **Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания**

Формой промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине "Тепловые процессы при формообразовании" является экзамен. Оценка формируется на основании итогового рейтинга обучающегося, складывающегося из семестрового и экзаменационного рейтингов. Семестровый рейтинг обучающегося включает в себя баллы, начисляемые по результатам работы на лабораторных занятиях, выступления с презентациями по темам занятий, результатов текущего контроля успеваемости на контрольных неделях, 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, лабораторных занятий с использованием оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости.

Для проведения экзамена составляются экзаменационные билеты, включающие 2 вопроса из перечня экзаменационных вопросов (заданий), либо тестовое задание.

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

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

#### Примеры заданий:

1. На величину температуры в зоне резания оказывают влияние следующие технологические параметры:

... ; ... ; ...

*Расположите технологические параметры по степени влияния: начиная от наиболее сильно влияющего параметра, заканчивая наименее влияющим параметром.*

*подача      глубина резания      скорость резания.*

2. Укажите возможные пути протекания теплообмена в технологических системах обработки резанием:

температуропроводность

конвекция (конвективный теплообмен)

адгезия

теплопроводность

тепловое излучение.

3. Укажите возможные методы решения дифференциального уравнения теплопроводности при известных краевых условиях:

численный

метод Декарта

операционный

метод моделирования

метод источников

классический

метод Крамера

метод Ньютона.

4. ... - самопроизвольный процесс передачи внутренней энергии от тел или частей тела с большей температурой к телам или частям тела с меньшей температурой.

*Введите одно слово в именительном падеже*

5. Количество теплоты, проходящее в единицу времени через единицу площади изотермической поверхности, называется ... теплового потока.

*Введите одно слово в именительном падеже.*

6. Какие элементы являются проводниками естественной термопары?

хромель и копель

хромель и алюмель

проводники, расположенные в отверстиях в инструменте

инструмент и заготовка

проводники, расположенные в отверстиях в заготовке.

7. Для измерения температуры резания могут применяться искусственные, полусинтетические, естественные ...

*Введите одно слово во множественном числе, именительном падеже.*

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=2726&cat=29076%2C81949&recurse=1&showhidden=1&qbshowtext=1>

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