

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт промышленных технологий  
машиностроения (ИПТМ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

С.А. Манцеров

подпись

ФИО

06 июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.2 «Теория обработки металлов давлением»**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки **специалистов**

Направление подготовки: 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»

Направленность: «Проектирование технологических комплексов в кузнечно-штамповочном производстве»

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра МТК  
*аббревиатура кафедры*

Кафедра-разработчик МТК  
*аббревиатура кафедры*

Объем дисциплины 180/5  
*часов/з.е.*

Промежуточная аттестация экзамен  
*экзамен, зачет с оценкой, зачет*

Разработчик (и): Галкин Владимир Викторович, к.т.н., доцент  
*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

Рецензент: Дербенев А.А. - заместитель директора по качеству и сертификации по АСП и ЛИК - заместитель начальника управления технического контроля Филиал ПАО "ОАК" - НАЗ "Сокол"

«\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным

образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов , утвержденного приказом Минобрнауки России от «09» августа 2021 г. № 732, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 13 апреля 2023 г. № 17

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы «Машиностроительные технологические комплексы» протокол от 05 июня 2023 г. № 6.

Зав. кафедрой к.т.н, доцент Кузнецов С.В. \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИПТМ, Протокол от 06 июня 2023 г. № 12.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 15.05.01-ш-43  
Начальник МО

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_

Н.И. Кабанина

(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплин .....	4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения ВО.....	8
5. Структура и содержание дисциплины .....	12
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	17
.....	
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	25
8. Информационное обеспечение дисциплины .....	25
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	26
10. Материально техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	26
11.Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	26
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	29

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

**Целями освоения дисциплины «Теория обработки металлов давлением» являются:**

- получение знаний о физических процессах изменения структурного состояния металла в зависимости от условий деформации;
- получение знаний о математическом описании напряженно-деформированного состояния материала пластически деформированного тела;
- получение знаний о законах пластического деформирования металлов, необходимых при разработке технологических процессов ковки, штамповки, прокатки, волочения и прессования.

**Задачи изучения дисциплины «Теория обработки металлов давлением»** включают изучение физико-математических основ формоизменяющих процессов методами давления, в которых выделено два направления: механико-математическое и физико-химическое. Первое направление, основанное на феноменологическом подходе, использует методы сплошных сред и теории пластичности. Второе направление основано на положениях физики металлов, металловедения и физико-химической механики материалов.

Задачами первого направления являются определение напряженно-деформированного состояния материала, вычисление показателей конечного и предельного формоизменения.

Задачи второго направления устанавливают механизмы пластической деформации металлов и сплавов, определяют зависимости структурно-механических и физических свойств от режима пластической деформации: степени, температуры, скорости и механической схемы

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина Б1.В.ОД.2 «Теория обработки металлов давлением» относится к дисциплинам *вариативной* части базового цикла Б1, и является обязательной для специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», по направленности «Проектирование технологических комплексов в кузнечно-штамповочном производстве».

Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов».

Основные положения курса базируются и согласуются с курсами: "Математика", "Физика", "Технологии конструкционных материалов", "Материаловедение", "Основы научных исследований и техника эксперимента".

Знания, полученные в результате изучения дисциплины, используются студентами при изучении технологических дисциплин: "Технология ковки и штамповки", "Проектирование инструмента обработки давлением", "Специальные виды обработки давлением"

Рабочая программа дисциплины «Теория обработки металлов давлением» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций (ПК) в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки:

а) профессиональных:

ПК-1. Способен анализировать конструкторскую и технологическую документацию, разрабатывать технические задания для создания технологических комплексов, проектировать оборудование, специальную оснастку, приспособления, средства автоматизации и механизации, разрабатывать техническую и технологическую документацию для проектирования и производства деталей, составных элементов и технологических комплексов в целом для механообрабатывающих производств с использованием современных средств автоматизированного проектирования.

ПК-2. Способен проводить работы по разработке и освоению новых технологических процессов и внедрению их в производство, рассчитывать и модернизировать технологические процессы изготовления деталей и узлов технологических комплексов механообрабатывающих производств с определением основных показателей (параметров) предлагаемых технологий, разрабатывать конструктивные решения с определением состава и количества персонала, подбирать и рассчитывать элементы основного и вспомогательного оборудования, материалы, технологическую оснастку, приспособления и инструмент для производства составных элементов и технологических комплексов в целом, отрабатывать и согласовывать компоновочные и планировочные решения, нормировать и определять трудоемкость изготовления и себестоимость продукции.

ПК-4. Способен производить расчеты основных элементов и базовых узлов технологических комплексов механообрабатывающих производств, осуществлять подбор основного и вспомогательного оборудования, проектировать нестандартное оборудование, специальную оснастку и приспособления, средства автоматизации и механизации для создаваемых технологических комплексов, организовывать эксплуатацию технологического оборудования и оснастки, разрабатывать планировочные решения рабочих мест, производственных участков и других подразделений, выполняющих работы по изготовлению комплексов

Формирование указанных компетенций показано в таблице 1.

Таблица 1



гидропневмоавтоматика							
Сопротивление материалов							
Технология и оборудование сварочного производства							
Электропривод технологического оборудования							
Кузнечно-штамповочное оборудование							
Машины специального назначения							
Технология машиностроения							
Металлорежущие станки							
Основы эксплуатации технологических комплексов							
Транспортно-складская система предприятия							
Организация проектирования технологических комплексов							
Теория обработки металлов давлением							
Теория обработки резанием							
Теория сварочных процессов							
Надежность оборудования технологических комплексов							
Автоматизация, роботизация и гибкие производственные системы							
Технологическая подготовка производства							
Автоматизация технологической подготовки производства							
Конструкторская практика							
Преддипломная практика							
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы							

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЁННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО**

**Таблица 2**

##### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные материалы (ОМ)	
		1	2	3	4	5
ПК-1,2,4						
ПК-1. Способен анализировать конструкторскую и технологическую документацию, разрабатывать технические задания для создания технологических комплексов, проектировать оборудование, специальную оснастку, приспособления, средства автоматизации и механизации, разрабатывать техническую и технологическую документацию для	ИПК – 1.1. Анализирует конструкторскую и технологическую документацию, разрабатывает технические задания для создания технологических комплексов, определяет тип производства и консультирует конструкторов по вопросам технологичности при разработке рабочей КД на машиностроительные изделия высокой сложности серийного (массового) производства	<b>Знать:</b> - терминологию дисциплины; - классы задач теоретического анализа; - основные методы, используемые для решения задач процессов ОМД; - особенности различных операций обработки металлов давлением;	<b>Уметь:</b> - проводить моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;	<b>Владеть:</b> - навыками правильной эксплуатации приборов и оборудования обработки материалов давлением при проведении экспериментов;	Задания по практическим работам Отчет по практическим работам Тесты	Контрольные вопросы
	ИПК – 1.2. Осуществляет технологический контроль рабочей КД и проводит анализ технических требований, предъявляемым к машиностроительным изделиям высокой сложности серийного	- основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД; - различные операции	- проводить эксперименты деформирования металлов и сплавов по заданным методикам с обработкой и анализом	- навыками работы с испытательным оборудованием для определения механических свойств металлических материалов и		Рубежный контроль

<p>проектирования и производства деталей, составных элементов и технологических комплексов в целом для механообрабатывающих производств с использованием современных средств автоматизированного проектирования</p>	<p>(массового) производства, разрабатывает и реализует технологии изготовления деталей и узлов технологических комплексов и комплексы в целом</p> <p>ИПК – 1.3. Разрабатывает и составляет технические задания на проектирование оборудования, специальной оснастки, приспособлений, средств автоматизации и механизации, исходных заготовок и средства технологического оснащения машиностроительных деталей высокой сложности серийного (массового) производства</p>	<p>свободной ковки, объемной и листовой штамповки.</p>	<p>результатов; составлять научные отчеты по выполнению задания; - использовать полученные знания при расчете деформирующих сил, удельных сил и работ деформаций.</p>	<p>расчёта деформирующих сил, удельных сил и работ деформаций.</p>	
<p>ПК-2. Способен проводить работы по разработке и освоению новых технологических процессов и внедрению их в производство, рассчитывать и модернизировать технологические процессы изготовления деталей и узлов технологических комплексов механообрабатывающих производств с определением основных</p>	<p>ИПК – 2.1. Выбирает метод изготовления исходных заготовок и схемы их установки для машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства</p>	<p><b>Знать:</b>            - терминологию дисциплины;            - классы задач теоретического анализа; основные методы, используемые для решения задач процессов ОМД;</p> <p><b>Уметь:</b>            - проводить эксперименты деформирования металлов и сплавов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;</p> <p><b>Владеть:</b>            - навыками правильной эксплуатации приборов и оборудования обработки материалов давлением при проведении экспериментов;</p>	<p>пользовать полученные знания при расчете деформирующих сил, удельных сил и работ деформаций;</p>	<p>Задания по практическим работам  Отчет по практическим работам  Тесты  Рубежный контроль</p>	<p>Контрольные вопросы</p>

<p>показателей (параметров) предлагаемых технологий, разрабатывать конструктивные решения с определением состава и количества персонала, подбирать и рассчитывать элементы основного и вспомогательного оборудования, материалы, технологическую оснастку, приспособления и инструмент для производства составных элементов и технологических комплексов в целом, отрабатывать и согласовывать компоновочные и планировочные решения, нормировать и определять трудоемкость изготовления себестоимость продукции</p>	<p>ИПК – 2.2. Выбирает схемы установки деталей и сборочных единиц машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства и разрабатывает технологические операции их изготовления</p>	<p>использования для решения задач анализа процессов ОМД;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки;</li> <li>- основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД;</li> </ul> <p>ИПК – 2.3. Назначает технологические режимы технологических операций изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства, оформляет технологическую документацию на технологические процессы их изготовления</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки;</li> </ul> <p>ИПК – 2.4. Разрабатывает методики прогнозирования и определения показателей технологичности на различных стадиях жизненного цикла изделия, даёт технико-экономическое обоснование необходимости использования новых методов обработки и сборки машиностроительных изделий, осуществляет унификацию и типизацию конструктивно-технологических решений, отрабатывает и согласовывает компоновочные и планировочные решения</p>	<p>- проводить моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования; составлять научные отчеты по выполнению задания.</p>	<p>для определения механических свойств металлических материалов и расчета деформирующих сил, удельных сил и работы деформации.</p>
--	--	---	--	---	---

<p>ПК-4. Способен производить расчеты основных элементов и базовых узлов технологических комплексов механообрабатывающих производств, осуществлять подбор основного и вспомогательного оборудования, проектировать нестандартное оборудование, специальную оснастку и приспособления, средства автоматизации и механизации для создаваемых технологических комплексов, организовывать эксплуатацию технологического оборудования и оснастки, разрабатывать планировочные решения рабочих мест, производственных участков и других подразделений, выполняющих работы по изготовлению комплексов</p>	<p>ИПК – 4.1. Выбирает средства технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства, осуществляет корректировку технологической документации</p> <p>ИПК – 4.2. - Разрабатывает типовые технологические процессы изготовления машиностроительных изделий</p> <p>ИПК - 4.3. Подбирает и рассчитывает элементы и узлы основного и вспомогательного технологического оборудования, нестандартного оборудования, оснастки и приспособлений, средства автоматизации и механизации</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- средства технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности серийного (массового) производства методов обработки металлов давлением.</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать средства технологического оснащения операций обработки металлов давлением.</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками подбора и расчета базовых элементов и узлов основного и вспомогательного технологического оборудования, нестандартного оборудования, оснастки и приспособлений, средств автоматизации и механизации.</li> </ul>	<p>Задания по практическим работам</p> <p>Отчет по практическим работам</p> <p>Тесты</p> <p>Рубежный контроль</p>	<p>Контрольные вопросы</p>
--	--	--	--	--	---	----------------------------

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. , 180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл. 3.

**Таблица 3**

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		5 сем.
<b>Формат изучения дисциплины</b>		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
<b>1. Контактная работа:</b>	74	74
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	68	68
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	34	34
лабораторные работы (ЛР)		
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.	.
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	2	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	79	79
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	79	79
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированной по темам

Таблица 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (час)								
		Лекции	Лабораторные работы									
5 семестр (очная форма обучения)												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
ПК - 1 ИПК – 1.1 ИПК – 1.2 ИПК - 1.3	<b>Раздел Введение</b>					подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы					
ПК – 2 ИПК – 2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3 ИПК-2.4	Тема 1 Виды обработки металлов давлением	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы					
ПК-4	Тема 2 Задачи дисциплины и направления их решения	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы					
ИПК – 4.1 ИПК – 4.2 ИПК – 4.3	<b>Практическая работа № 1</b> «Исследование процесса осадки»			6	4	подготовка к ПЗ (методичка 7.3.1 работа №1)	Типовые задания					
	<b>Работа по освоению раздела</b>	2		6	8							
	<b>Итого по разделу Введение</b>	2		6	8							
	<b>Раздел 1 Физические основы пластической деформации</b>					подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы					
	Тема 1.1 Кристаллическое строение металлических материалов	2			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы					
	Тема 1.2 Холодная пластическая	2			2	подготовка к лекциям	Тесты, контрольные вопросы					

ПК - 1 ИПК – 1.1 ИПК – 1.2 ИПК - 1.3  ПК – 2 ИПК – 2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3 ИПК-2.4  ПК-4 ИПК – 4.1 ИПК – 4.2 ИПК – 4.3	деформация					(7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)			
	Тема 1.3 Горячая пластическая деформация	2			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
	Тема 1.4 Показатели пластической деформации	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
	Тема 1.5. Трение в процессах пластического деформирования	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
	<b>Практическая работа № 2</b> «Изучение распределения сил по контактным поверхностям в процессе осаживания»			6	3	подготовка к ПЗ (методичка 7.3.1 работа №2)	Типовые задания		
	<b>Практическая работа № 3</b> «Определение коэффициента контактного трения при осадке образцов в конических бойках»			6	3	подготовка к ПЗ (методичка 7.3.1 работа №4)	Типовые задания		
	<b>Работа по освоению 1 раздела</b>	<b>8</b>		<b>12</b>	<b>16</b>				
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>8</b>		<b>12</b>	<b>16</b>				
	<b>Раздел 2. Теория напряжений</b>								
	Тема 2.1. Напряженное состояние материальной точки	2			4	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
<b>Работа по освоению 2 раздела</b>									
<b>Итого по 2 разделу</b>		<b>5</b>			<b>13</b>				
<b>Раздел 3. Теория деформаций</b>									
Тема 3.1. Деформированное состояние материальной точки и скорости деформаций		2			4	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		

ПК - 1 ИПК – 1.1	Тема 3.2. Условие пластичности	2			4	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
ИПК – 1.2	Тема 3.3. Механические схемы деформации	1			4	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
ИПК - 1.3	<b>Работа по освоению 3 раздела</b>	<b>5</b>			<b>12</b>				
ПК – 2	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>5</b>			<b>12</b>				
ИПК – 2.1	<b>Раздел 4. Связь напряжений и деформаций и методы их исследования</b>				подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы			
ИПК-2.2	Тема 4.1. Основные законы пластической деформации	2			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
ИПК-2.3	<b>Практическая работа № 4</b> «Проверка закона наименьшего сопротивления»			6		подготовка к ПЗ (методичка 7.3.1 работа №4)	Типовые задания		
ИПК-2.4	Тема 4.2. Локализация пластической деформации в технологических процессах	2			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
ПК-4	Тема 4.3. Аналитические методы исследования	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
ИПК – 4.1	Тема 4.4 Экспериментальные методы исследования	2			2				
ИПК – 4.2	<b>Практическая работа № 5</b> «Определение деформирования состояния заготовки методом нанесения координатной сетки»			6	4	подготовка к ПЗ (методичка 7.3.1 работа №5)	Типовые задания		
ИПК – 4.3	<b>Практическая работа № 6</b> «Структура и свойства метало после холодной деформации и последующей термообработки»			4	4	подготовка к ПЗ (методичка 7.3.1 работа №6)	Типовые задания		
	<b>Работа по освоению 4 раздела</b>	<b>7</b>		<b>16</b>	<b>16</b>				
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>7</b>		<b>16</b>	<b>16</b>				
ПК - 1	<b>Раздел 5 Теоретические основы технологических процессов ОМД</b>								
ИПК – 1.1	Тема 5.1 Теория продольной прокатки и ее разновидностей	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
ИПК – 1.2									
ИПК - 1.3									

ПК – 2 ИПК – 2.1 ПК-4 ИПК – 4.1 ИПК – 4.2 ИПК – 4.3	Тема 5.2. Теория операций свободной ковки	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
	Тема 5.3. Теория волочения	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
	Тема 5.4. Теория прессования	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
	Тема 5.5. Теория объемной штамповки в открытых штампах	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
	Тема 5.6. Теория операций листовой штамповки	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
	Тема 5.7. Теория операций холодной объемной штамповки.	1			2	подготовка к лекциям (7.1.1, 7.1.2, 7.1.3)	Тесты, контрольные вопросы		
	<b>Работа по освоению 5 раздела</b>	<b>7</b>			<b>14</b>				
	<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>7</b>		<b>34</b>	<b>14</b>				
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>79</b>				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>79</b>				

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

1. Тесты для текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся
2. Перечень вопросов, выносимых на аттестацию (экзамен).

**6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

**Таблица 5**

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

Таблица 6

## Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-40% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 40-60% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 60-85% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 85-100% от max рейтинговой оценки контроля
1	2	3	4	5	6
ПК-1. Способен анализировать конструкторскую и технологическую документацию, разрабатывать технические задания для проектирования специальной оснастки, приспособлений, нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации	ИПК – 1.1. Проводит экспертизу конструкторской и производственно-технологической документации на соответствие техническим заданиям и нормативным документам.  ИПК – 1.2. Разрабатывает технические задания для проектирования специальной оснастки, приспособлений и инструмента для производства сварных конструкций.  ИПК – 1.3. Проектирует нестандартное оборудование специальную оснастку приспособления, средства автоматизации и механизации для выполнения сварочных работ	<p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методику проведения экспертизы конструкторской и производственно-технологической документации на соответствие техническим заданиям и нормативным документам;</li> <li>- основы правил в постановке диагноза поведения системы; методы анализа;</li> <li>- закономерности и ключевые направления развития диагностики машин.</li> </ul> <p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать технические задания для проектирования специальной оснастки, приспособлений и инструмента для производства сварных конструкций;</li> <li>- выполнить некоторые виды диагноза поведения системы; применять методы проверки</li> </ul>	<p><b>Слабо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методику проведения экспертизы конструкторской и производственно-технологической документации на соответствие техническим заданиям и нормативным документам;</li> <li>- основы правил в постановке диагноза поведения системы; методы анализа;</li> <li>- закономерности и ключевые направления развития диагностики машин.</li> </ul> <p><b>Слабо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать технические задания для проектирования специальной оснастки, приспособлений и инструмента для производства сварных конструкций;</li> <li>- выполнить некоторые виды диагноза поведения системы; применять методы проверки</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методику проведения экспертизы конструкторской и производственно-технологической документации на соответствие техническим заданиям и нормативным документам;</li> <li>- основы правил в постановке диагноза поведения системы; методы анализа;</li> <li>- закономерности и ключевые направления развития диагностики машин.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать технические задания для проектирования специальной оснастки, приспособлений и инструмента для производства сварных конструкций;</li> <li>- выполнить некоторые виды диагноза поведения системы; применять методы проверки</li> </ul>	<p><b>Уверенно знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методику проведения экспертизы конструкторской и производственно-технологической документации на соответствие техническим заданиям и нормативным документам;</li> <li>- основы правил в постановке диагноза поведения системы; методы анализа;</li> <li>- закономерности и ключевые направления развития диагностики машин.</li> </ul> <p><b>Уверенно умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать технические задания для проектирования специальной оснастки, приспособлений и инструмента для производства сварных конструкций;</li> <li>- выполнить некоторые виды диагноза поведения системы; применять методы проверки</li> </ul>





		деформаций.	деформаций. Допускает ошибки	деформаций. Допускает незначительные ошибки	деформаций.
ПК-2. Способен проводить работы по разработке и освоению новых технологических процессов и внедрению их в производство, рассчитывать и модернизировать технологические процессы изготовления деталей и узлов технологических комплексов механообрабатывающих производств с определением основных показателей (параметров) предлагаемых технологий, разрабатывать конструктивные решения с определением состава и количества персонала, подбирать и рассчитывать элементы основного и вспомогательного оборудования, материалы, технологическую оснастку, приспособления и инструмент для производства составных элементов и	<p>ИПК – 2.1. Выбирает методы изготовления исходных заготовок и схемы и установки для машиностроительных деталей средней сложности серийного (массового) производства</p> <p>ИПК – 2.2. Выбирает схемы установки деталей и сборочных единиц машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства и разрабатывает технологические операции их изготовления</p>	<p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологию дисциплины;</li> <li>- классы задач теоретического анализа; основные методы, используемые для решения задач процессов ОМД;</li> <li>- особенности различных операций обработки металлов давлением; основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД;</li> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки;</li> <li>- основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД;</li> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки.</li> </ul> <p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить эксперименты деформирования металлов и сплавов по заданным методикам с обработкой и</li> </ul>	<p><b>Слабо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологию дисциплины;</li> <li>- классы задач теоретического анализа; основные методы, используемые для решения задач процессов ОМД;</li> <li>- особенности различных операций обработки металлов давлением; основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД;</li> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки;</li> <li>- основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД;</li> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки;</li> </ul> <p><b>Слабо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить эксперименты деформирования металлов и сплавов по заданным методикам с обработкой и</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологию дисциплины;</li> <li>- классы задач теоретического анализа; основные методы, используемые для решения задач процессов ОМД;</li> <li>- особенности различных операций обработки металлов давлением; основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД;</li> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки;</li> <li>- основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД;</li> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить эксперименты деформирования металлов и сплавов по заданным методикам с обработкой и</li> </ul>	<p><b>Уверенно знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологию дисциплины;</li> <li>- классы задач теоретического анализа; основные методы, используемые для решения задач процессов ОМД;</li> <li>- особенности различных операций обработки металлов давлением; основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД;</li> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки;</li> <li>- основные методы обработки металлов давлением и возможности их использования для решения задач анализа процессов ОМД;</li> <li>- различные операции свободной ковки, объемной и листовой штамповки;</li> </ul> <p><b>Уверенно умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить эксперименты деформирования металлов и сплавов по заданным методикам с обработкой и</li> </ul>

<p>технологических комплексов в целом, отрабатывать и согласовывать компоновочные и планировочные решения, нормировать и определять трудоемкость изготовления и себестоимость продукции</p>	<p>ИПК – 2.3. Назначает технологические режимы технологических операций изготовления машиностроительных изделий высокой сложности серийного (массового) производства, оформляет технологическую документацию на технологические процессы их изготовления</p>	<p>анализом результатов; пользовать полученные знания при расчете деформирующих сил, удельных сил и работ деформаций;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>составлять научные отчеты по выполнению задания.</li> </ul>	<p>анализом результатов; пользовать полученные знания при расчете деформирующих сил, удельных сил и работ деформаций;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>составлять научные отчеты по выполнению задания.</li> </ul>	<p>анализом результатов; пользовать полученные знания при расчете деформирующих сил, удельных сил и работ деформаций;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>составлять научные отчеты по выполнению задания.</li> </ul>	<p>анализом результатов; пользовать полученные знания при расчете деформирующих сил, удельных сил и работ деформаций;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>составлять научные отчеты по выполнению задания.</li> </ul>
	<p>ИПК – 2.4. Разрабатывает методики прогнозирования и определения показателей технологичности на различных стадиях жизненного цикла изделия, даёт технико-экономическое обоснование необходимости использования новых методов обработки и сборки машиностроительных изделий, осуществляет унификацию и типизацию конструктивно-технологических решений, отрабатывает и согласовывает компоновочные и планировочные решения</p>	<p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками правильной эксплуатации приборов и оборудования обработки материалов давлением при проведении экспериментов;</li> <li>- навыками работы с испытательным оборудованием для определения механических свойств металлических материалов и расчета деформирующих сил, удельных сил и работы деформации.</li> </ul> <p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками правильной эксплуатации приборов и оборудования обработки материалов давлением при проведении экспериментов;</li> <li>- навыками работы с испытательным оборудованием для определения механических свойств металлических материалов и расчета деформирующих сил, удельных сил и работы деформации.</li> </ul>	<p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками правильной эксплуатации приборов и оборудования обработки материалов давлением при проведении экспериментов;</li> <li>- навыками работы с испытательным оборудованием для определения механических свойств металлических материалов и расчета деформирующих сил, удельных сил и работы деформации.</li> </ul>	<p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками правильной эксплуатации приборов и оборудования обработки материалов давлением при проведении экспериментов;</li> <li>- навыками работы с испытательным оборудованием для определения механических свойств металлических материалов и расчета деформирующих сил, удельных сил и работы деформации.</li> </ul>	<p><b>Уверенно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками правильной эксплуатации приборов и оборудования обработки материалов давлением при проведении экспериментов;</li> <li>- навыками работы с испытательным оборудованием для определения механических свойств металлических материалов и расчета деформирующих сил, удельных сил и работы деформации.</li> </ul>



<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к <b>минимальному</b> , некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

7.1.1 Иванов, И.И. Основы теории обработки металлов давлением: учебник для вузов / И.И. Иванов [и др.]. – М.: ФОРУМ-ИНФРА. 2011. - 271 с.

7.1.2 Калпин, Ю.Г. Сопротивление деформации и пластичность материалов при обработке давлением: учебное пособие / Ю.Г. Калпин [и др.]. – М.: Машиностроение. 2011. – 352 с.

7.1.3 Тюрин, В.Г. Теория обработки металлов давлением / В.А. Тюрин, А.И. Мохов. - Волгоград: РБК «Политехник». 2000. – 352 с.

### 7.2 Справочно-библиографическая литература

7.2.1 Михаленко, Ф.П. Основы теории механики пластической деформации: учебное пособие / Ф.П. Михаленко - Н. Новгород. Изд. НГТУ. 2007. – 90 с.

7.2.2 Михаленко, Ф.П. Физико-математические основы формоизменяющих процессов: учебное пособие / Ф.П. Михаленко - Н. Новгород. Изд. НГТУ. 2007. – 90 с.

7.2.3 Михаленко, Ф.П. Методы исследования процессов пластического деформирования: учебное пособие / Ф.П. Михаленко - Н. Новгород. Изд. НГТУ. 2007. – 90 с.

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

7.3.1 Теория обработки металлов давлением: методические указания к выполнению лабораторных и практических работ для студентов очной и заочной форм обучения для подготовки специалистов направление подготовки 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» / НГТУ; сост.: В.В. Галкин, Ю.С. Просвирнин. Н.Новгород, 2015, - 46 с.

## 8 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 8.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1.	Научная электронная библиотека <i>E-LIBRARY.ru</i> . – Режим доступа: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
2.	Электронно-библиотечная система <i>Znaniut.com</i> [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <a href="http://znaniut.com/">http://znaniut.com/</a> . – Загл. с экрана.
3.	Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <a href="https://openedu.ru/">https://openedu.ru/</a> . - Загл с экрана.
4.	<i>Polpred.com</i> . Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <a href="http://polpred.com/">http://polpred.com/</a> . – Загл. с экрана.
5.	Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <a href="http://www.viniti.ru">http://www.viniti.ru</a> . – Загл. с экрана.
6.	Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <a href="http://uisrussia.msu.ru/">http://uisrussia.msu.ru/</a> . – Загл. с экрана.

## 8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7

### Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
4	КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. -	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

В таблице 8 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 8

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
3	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 9 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 9

### Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

**Таблица 10**  
**Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине**

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	1	2	3
1	3101 - 3105 (общей ёмкостью 60 посадочных мест): Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, (г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28в)	1. Мультимедийный проектор Acer PH 530 - 1 шт. 2. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование) - 1 шт. 3. Рабочее место студента - 25	1. ОС Windows XP(x32), лицензия по подписке MSDN (договор DreamSpark №Tr113003 от 25.09.14). 2. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Open License Pack NoLevelAcademicEdition, акт предоставления прав №Us000193 от 30.07.2012.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- *проблемное обучение (проблемные лекции, работа в группах);*
- *разбор конкретных ситуаций;*
- *поддерживающие технологии с объяснительно-иллюстративным обучением;*
- *мозговой штурм.*

## **11.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на практических работах**

Подготовку к каждой практической работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании практических работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 7.

Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/upravleniya/umu/docs/metod\\_docs\\_ngtu/metod\\_rekom\\_srs.PDF](https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF).

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**12. 1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

### **12.1.1. Типовые задания для лабораторных работ**

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

### **12.1.2. Типовые вопросы для устного опроса по лабораторным работам**

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

### **12.1.3. Типовые задания для практических работ**

#### **Работа 1. Исследование процесса осадки**

1. Ознакомление с методом слоистых моделей при изучении неравномерности распределения деформаций при открытом осаживании.

2. Определение характерных зон в объеме осаженной заготовки методом слоистых моделей.

3. Оценка неоднородности деформации материала в объеме осаженной заготовки и ее изменения в зависимости от степени обжатия.

4. Изучение распределений осевой и радиальной деформации внутри осаживаемого цилиндра методом ввинченных шурупов.

#### **Работа 2. Изучение распределения сил по контактным поверхностям в процессе осаживания**

1. Ознакомление с методикой оценки неравномерности распределение удельных сил по контактным поверхностям деформируемого тела.

2. Оценка неравномерности распределение удельных сил по контактным поверхностям осаживаемого тела между плоскими плитами в зависимости от применяемой смазки.

3. Проявление закона наименьшего сопротивления при осадке.

#### **Работа 3. Проверка закона наименьшего сопротивления**

1. Ознакомление с методикой проверки закона наименьшего сопротивления при осадке.

2. Изучение изменения формы поперечного сечения при осадке тел с круглым, квадратным, прямоугольным и треугольным основанием на различных стадиях деформации с целью проверки экспериментальным путем закона наименьшего сопротивления (правило А.Ф. Головина).

#### **Работа 4. Определение коэффициента контактного трения при осадке образцов в конических бойках.**

1. Определение коэффициента контактного трения при осадке в различных условиях деформирования.

2. Трение при пластическом деформировании и его сопоставление с машинным трением.

3. Ознакомление с методикой определения коэффициента контактного трения при осадке образцов в конических бойках.

**Работа 5. Определение деформирования состояния заготовки методом нанесения координатной сетки.**

1. Область использования метода нанесения координатной сетки при экспериментальных исследованиях процессов обработки давлением и его возможности.
2. Основные положения и расчетные зависимости определения деформированного состояния заготовки методом нанесения координатной сетки и их развитие.
3. Основные положения и расчетные зависимости метода для определения деформированного состояния листового материала.

**Работа 6. Структура и свойства металла после холодной деформации и последующей термообработки**

1. Экспериментальные методы исследования, их виды и применение в зависимости от вида ОМД.
2. Современные направления развития экспериментальных методов исследований процессов листовой и объемной обработки металлических материалов.

**Работа 3. Проверка закона наименьшего сопротивления**

1. Ознакомление с методикой проверки закона наименьшего сопротивления при осадке.
2. Изучение изменения формы поперечного сечения при осадке тел с круглым, квадратным, прямоугольным и треугольным основанием на различных стадиях деформации с целью проверки экспериментальным путем закона наименьшего сопротивления (правило А.Ф. Головина).

**Работа 5. Определение деформирования состояния заготовки методом нанесения координатной сетки.**

1. Область использования метода нанесения координатной сетки при экспериментальных исследованиях процессов обработки давлением и его возможности.
2. Основные положения и расчетные зависимости определения деформированного состояния заготовки методом нанесения координатной сетки и их развитие.
3. Основные положения и расчетные зависимости метода для определения деформированного состояния листового материала.

**Работа 6. Структура и свойства металла после холодной деформации и последующей термообработки**

1. Экспериментальные методы исследования, их виды и применение в зависимости от вида ОМД.
2. Современные направления развития экспериментальных методов исследований процессов листовой и объемной обработки металлических материалов.

**12.1.3. Типовые тестовые задания для текущего контроля**

**Тесты первого уровня.** В тестах первого уровня сформирован вопрос, на который даны пять ответов, один из них правильный. В этом случае необходимо узнать, опознать, различить правильный ответ в ряду других неправильных подобных ответов.

### **Пример**

Изделие спроектировано правильно, если после оптимального срока эксплуатации причиной выхода его из строя было старение:

- естественное;
- искусственное физическое;
- техническое;
- модное;
- отложенное;
- повышение стоимости ремонта изделия.

(правильный ответ – *естественное старение* (назвать и объяснить почему)).

**Тесты второго уровня.** В тестах второго уровня пропускается цифра, фраза, целое предложение, или даны схема, рисунок, на которых не указаны отдельные элементы. Для ответа на тест необходимо по памяти воспроизвести ранее воспринятую и усвоенную информацию, вписать ее в текст или изобразить схему узла, операции, технологического процесса.

### **Пример**

Динамической называется сила, время нарастания которой более ..... .... системы.

### **Рубежный контроль знаний студентов (письменный лиц-опрос по окончании каждого раздела дисциплины)**

Таблица 9

№ п.п.	Наименование раздела	Содержание вопроса	Время (мин.)
1	2	3	4
1	Введение	Привести задачи обработки металлов давлением	6
2	Физическая природа пластической деформации.	Дать описание кристаллического строения металлических материалов и видов кристаллических решеток	6
3	Элементы теории дислокаций	Поврежденность металлических материалов и ее виды	6
4	Механизмы пластической деформации	Привести механизмы пластической деформации в зависимости от ее условий	6
5	Упрочнение при холодной деформации	Привести объяснение упрочнения при холодной деформации с позиции физической природы пластической деформации	6
6	Влияние температуры на структурно-механические характеристики металла	Привести объяснение разупрочнения при горячей деформации с позиции физической природы пластической деформации	6
7	Влияние скорости деформации на сопротивление деформации и пластичность металла	Привести объяснение упрочнения и разупрочнения с позиции физической природы пластической деформации	6
8	Теория напряжений	Дать определение тензора напряжений, главных нормальных, касательных и октаэдрических напряжений	6
9	Теория деформаций	Дать определение тензора деформаций, линейных, угловых деформаций и интенсивности деформации	6
10	Связь между напряжениями и деформациями	Дать определение условия пластичности по М.Губеру и Р.Мизесу	6
11	Пластичность и предельная деформация	Дать определение пластичности и предельной деформации и их зависимости от ее условий	6

12	Основные законы пластической деформации кристаллических тел	Привести законы пластической деформации кристаллических тел. В частности закон наименьшего сопротивления	6
13	Особенности и закономерности внешнего трения при обработке металлов давлением	Сопоставимость закономерностей трения при условиях работы машиностроительных изделий и при обработке металлов давлением	6
14	Методы теоретического анализа процессов обработки металлов давлением	Указать аналитические и экспериментальные методы исследования, их виды и применяемость в зависимости исследуемого вида ОМД.	6
15	Анализ формообразующих процессов ковки и объемной штамповки	Привести аналитические и экспериментальные методы анализа формообразующих процессов ковки и объемной штамповки	6
16	Анализ формообразующих процессов листовой штамповки	Привести аналитические и экспериментальные методы анализа процессов листовой штамповки	6

#### **12.1.4. Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК-1, ПК-2, ПК-4):**

1. Роль и место различных видов ОМД в машиностроительном производстве.
2. Сущность и задачи ФМОФП как естественнонаучной дисциплины, и основные ее направления: механико-математическое, физическое и физико-химическое.
3. Строение металлов и сплавов: атомное строение металлов и сплавов, характерная особенность атомов металлических веществ; кристаллические решетки и их типы; кристаллические индексы плоскостей и направлений.
4. Металлический монокристалл. Свойства монокристаллов. Холодная пластическая деформация монокристалла. Скольжение и двойникование в монокристалле. Предел текучести монокристалла. Упрочнение монокристаллов с различными типами решеток.
5. Виды дислокаций. Силы, необходимые для перемещений дислокаций. Энергия дислокаций. Механизмы скольжения, как движение первичных несовершенств пространственной решетки. Скорость движения дислокаций. Источники дислокаций. Взаимодействие полей дислокаций. Упрочнение металлов с позиции дислокационной теории.
6. Холодная пластическая деформация монокристалла: скольжение и двойникование, изгибание и скручивание плоскостей скольжения, межблоковые сдвиги. Упрочнение, физическая природа упрочнения. Превращение монокристалла в поликристалл.
7. Холодная пластическая деформация поликристалла. Линии скольжения (Чернова-Людерса). Внутрикристаллитная и межкристаллитная деформация. Изменение формы зерен. Образование ориентировки зерен и текстуры..
8. Показатели формоизменения и сопротивления деформированию. Классификация кривых упрочнения. Свойства кривых упрочнения первого, второго и третьего рода. Апроксимация кривых упрочнения. Виды аппроксимирующих функций. Формула С.И.Губкина. отражающая характер и степень влияния упрочнения на величину истинного напряжения. Использование кривых упрочнения при определении потребных деформирующих сил в реальных технологических процессах..
9. Деформация при повышенных температурах: диффузия в металлах, возврат и рекристаллизация. Связь между скоростью деформации и скоростью рекристаллизации. Объемные диаграммы рекристаллизации. Влияние температуры на сопротивление деформированию и пластичность. Влияние горячей пластической деформации на структуру и механические свойства металлов. Механизмы пластической деформации при горячей обработке (по А.А.Бочвару). Виды деформаций по С.И.Губкину.

10. Условие постоянства объема: степень деформации, главные деформации, смещенный объем. Скорость деформации, как единица изменения смещенного объема в единицу времени. Скорость деформирования

11. Влияние скорости деформации на сопротивление деформированию и на пластичность металлов и сплавов. Термомеханический фактор. Значение первичной обработки. Структуры. Фазового состояния. Температурно-скоростной фактор деформации. Тема 1.

12. Общие понятия и определения. Виды внешних сил. Действующих на тело. Напряжение в точке. Напряжения в координатных площадках, проведенных через данную точку. Напряжения в наклонной к осям координат площадке. Поверхность напряжений Коши.

13. Главные оси, главные плоскости и главные компоненты векторов напряжений. Главные нормальные напряжения. Понятие о тензоре напряжений. Понятие об инвариантах тензора. Эллипсоид напряжений. Главные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений.

14. Дифференциальные уравнения равновесия в прямоугольных, цилиндрических и сферических координатах при объемном напряженном состоянии. Частные случаи: осесимметричное напряженное состояние. Плоское напряженное и плоское деформированное состояние.

15. Основные определения. Понятие о бесконечно малой, малой и большей деформации. Понятие о линейной и угловой деформации. Эквивалентные сдвиги. Однородная неоднородная деформация. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Уравнение связи компонент. Тензор деформаций. Главные оси и главные деформации. Интенсивность деформаций сдвига.

16. Большие деформации. Понятие о смещенном объеме. Условие постоянства объема. Октаэдрическая деформация сдвига. Неравномерность деформаций. Скорость перемещений и скорости деформаций. Тензор скоростей деформаций. Составляющие тензора Главные скорости сдвига. Скорость октаэдрического сдвига. Интенсивность скоростей деформаций..

17. Понятие об условиях простого нагружения. Сложное нагружение. Положение о подобии кругов Мора для напряжений и деформаций и уравнения, вытекающие из этого положения. Модули пластичности первого и второго рода. Механическая схема деформаций для различных напряженно-деформированных состояний в формообразующих процессах обработки металлов давлением; варианты механической схемы; влияние схемы на способность металла к пластической деформации и на сопротивление деформированию..

18. Представление о металле как о сплошной деформируемой среде, изотропия и анизотропия, однородность и неоднородность свойств металла. Идеализация свойств металла при одноосном растяжении для различных условий деформации.

Предельная деформация. Связь предельной деформации с физическими, металлургическими. Структурно-энергетическими и технологическими факторами состояния поликристаллических материалов. Первое предельное состояние. Второе предельное состояние. Влияние схемы напряженного состояния на пластичность.

19. Понятие о коэффициенте жесткости. Диаграмма пластичности.

20. Условие пластичности Губера-Мизеса. Сокращенная запись условия пластичности. Физический и геометрический смысл условия пластичности.

21. Закон сдвигающих напряжений. Закон наличия упругой деформации в случае необратимого изменения формы. Закон независимости удельной потенциальной энергии изменения формы тела от механической схемы деформации. Закон наименьшего сопротивления. Закон дополнительных напряжений.

22. Особенности внешнего трения при обработке металлов давлением. Основные факторы, влияющие на силу трения на поверхности контакта. Закономерности внешнего трения.

Влияние смазки на контактное трение. Основные направления полезного использования контактных сил трения. Силовые условия при обработке металлов давлением. Зависимость сопротивления деформации от коэффициента трения. Понятие о природной жесткости металла. Зависимость сопротивления деформации от относительного развития поверхностей контакта.

23. Определение деформирующих сил, работ деформации и формоизменения. Методы приближенного аналитического решения системы приближенных уравнений с приближенными граничными условиями. Численный метод решения систем уравнений для частных случаев осесимметричного, плоско-деформированного и плоско-напряженного состояния. Инженерный метод. Метод линий скольжений. Метод сопротивления материалов пластической деформации. Метод муаровых полос. Понятие о визиопластическом методе. Метод баланса работ. Краткое сопоставление методов.

24. Осадка. Деформирующая сила и давление при осадке правильной призмы цилиндра. Давление при осадке полосы конечной длины. Работа деформации при осадке. Особенности динамической осадки. Определение энергии удара молота. Неравномерность деформации при осадке. Упрочнение при осадке. Зоны скольжения и торможения.

25. Вытяжка. Вытяжка в плоских и вырезных бойках. Уширение и удлинение при вытяжке. Определение деформирующих сил, влияние недеформированных участков, работа деформации при вытяжке.

26. Объемная штамповка в открытых штампах. Общие положения. Периоды процесса штамповки. Штамповка осаживанием. Определение давления при деформировании облоя и металла в полости штампа. .

27. Гибка.\_Общие положения о пластическом изгибе листа без упрочнения, упруго-пластический изгиб и чисто пластический, изгиб с упрочнением. Наибольшее формоизменение.

28. Вытяжка листового металла. Определение давления течения. предельного коэффициента вытяжки; учет сил трения и изгиба<sup>х</sup> упрочнение при вытяжке.

29. Отбортовка. Анализ процесса; определение напряжений; коэффициент отбортовки.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Теория обработки металлов давлением»**  
**ОП ВО по направлению 15.05.01 «Проектирование технологических машин и**  
**комплексов»,**  
**Направленность «Проектирование технологических комплексов в кузнечно-**  
**штамповочном производстве»**  
**(квалификация выпускника – специалист)**

Дербеневым А.А. - заместителем директора по качеству и сертификации по АСП и ЛИК - заместителем начальника управления технического контроля Филиал ПАО "ОАК" - НАЗ "Сокол" (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Теория обработки металлов давлением» ОП ВО по направлению 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», **направленность «Проектирование технологических комплексов в кузнечно-штамповочном производстве»** (специалитет), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Машиностроительные технологические комплексы (разработчик – Галкин В.В., доцент, к.т.н.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 15.03.01 «Проектирование технологических машин и комплексов». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **шифр** 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов». В соответствии с Программой за дисциплиной «Теория обработки металлов давлением» закреплена 3 **компетенции**. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Теория обработки металлов давлением» составляет 5 зачётных единиц (180 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Теория обработки металлов давлением» взаимосвязана с другими дисциплинами ОП ВО и Учебного плана по направлению 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов». Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, тестирование), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины,

как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов». Нормы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовые учебники), дополнительной литературой – 3 наименований, интернет-ресурсы – 6 источников и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Теория обработки металлов давлением» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Теория обработки металлов давлением».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Теория обработки металлов давлением» ОП ВО по направлению 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», направленность «Проектирование технологических комплексов в кузнечно-штамповочном производстве» (квалификация выпускника – специалист), разработанная к.т.н., доцентом Галкиным В.В., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Дербенев А.А. - заместитель директора  
по качеству и сертификации по АСП и ЛИК  
- заместитель начальника управления технического контроля  
Филиал ПАО "ОАК" - НАЗ "Сокол"

\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» 20\_\_\_\_ г.  
(подпись)

Подпись рецензента ФИО заверяю