

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143469	Физическое и математическое моделирование процессов обработки цветных металлов и сплавов давлением

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Прогрессивные методы обработки металлов и сплавов давлением	<b>Код ОП</b> 1. 22.04.02/33.04
<b>Направление подготовки</b> 1. Metallurgy	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.04.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ерпалов Михаил Викторович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	обработки металлов давлением

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Физическое и математическое моделирование процессов обработки цветных металлов и сплавов давлением

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В состав модуля включены дисциплины: «Алгоритмизация, моделирование и оптимизация технологических процессов обработки цветных металлов и сплавов», «Конечно-элементное моделирование процессов обработки цветных металлов и сплавов», «Термомеханическая обработка цветных металлов и сплавов», «Свободное программное обеспечение для анализа процессов обработки цветных металлов и сплавов», содержание которых позволит студентам ознакомиться с методами алгоритмизации в описании процессов обработки цветных металлов и спецсплавов, основами теории оптимального управления. Конечно-элементное моделирование процессов ОМД в последнее время стало одним из основных расчетных методов описания напряженно-деформированного состояния, поэтому целью обучения является знакомство с существующими программными модулями и умение ими пользоваться. Рассмотрение теории и организации экспериментальных исследований позволит студентам изучить принципы физического моделирования и обработки результатов эксперимента при обработке цветных металлов и спецсплавов. При реализации дисциплин модуля используются проектная технология обучения, проблемное обучение, информационно-коммуникационные технологии, групповая работа, исследовательские методы. Выполнение курсовой работы с привязкой ее тематики к исследовательской части обучения позволяет впоследствии сформировать один из разделов выпускной квалификационной работы.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Алгоритмизация, моделирование и оптимизация технологических процессов обработки цветных металлов и сплавов	4
2	Свободное программное обеспечение для анализа процессов обработки цветных металлов и сплавов	4
3	Конечно-элементное моделирование процессов обработки цветных металлов и сплавов	4
ИТОГО по модулю:		12

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

#### 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Алгоритмизация, моделирование и оптимизация технологических процессов обработки цветных металлов и сплавов	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности  У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа
	ПК-6 - Способен разрабатывать и оценивать эффективность внедрения новых технологических процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий из цветных металлов и сплавов	З-3 - Изложить проблемы современной металлургии, связанные с ужесточением требований к автоматизации производства  З-4 - Описывать основные методы и программные продукты для анализа и оптимизации процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий  У-3 - Выбирать пакеты прикладных программ и методы для оптимизации и оценки эффективности конкурирующих технологий производства деформированных полуфабрикатов и изделий  П-3 - Предлагать методы решения задач оптимизации технологических процессов деформационной обработки  Д-1 - Демонстрировать умение анализировать параметры и ситуации профессиональной деятельности
Конечно-элементное моделирование процессов обработки цветных металлов и	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности  З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ

<p>сплавов</p>	<p>методы моделирования и математического анализа</p>	<p>для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>
	<p>ПК-6 - Способен разрабатывать и оценивать эффективность внедрения новых технологических процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий из цветных металлов и сплавов</p>	<p>З-4 - Описывать основные методы и программные продукты для анализа и оптимизации процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p> <p>У-3 - Выбирать пакеты прикладных программ и методы для оптимизации и оценки эффективности конкурирующих технологий производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p> <p>П-4 - Предлагать методы экспериментальных и теоретических</p>

		<p>способов изучения технологических процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение анализировать параметры и ситуации профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-11 - Способен осуществлять постановку задач, обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии</p>	<p>З-3 - Описывать наиболее важные требования к выбору условий проведения эксперимента, по получению и обработке массивов данных</p> <p>З-4 - Изложить последовательность постановки и реализации решения задач по обработке металлов давлением при использовании различных методов</p> <p>З-5 - Описывать способы и программные продукты для проведения исследований</p> <p>У-1 - Анализировать результаты обработки данных по теоретическим и экспериментальным исследованиям и физического моделирования технологического процесса и определять оптимальные способы и методики поиска рациональной технологии</p> <p>У-2 - Формулировать конкретные цели и задачи проведения теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>У-3 - Выделять способы и методики, подходящие для анализа в каждом конкретном случае</p> <p>П-2 - Оформлять отчеты по планированию исследовательского и промышленного эксперимента, позволяющие получить необходимую информацию об объекте экспериментального исследования с наименьшими затратами</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
<p>Свободное программное обеспечение для анализа процессов обработки цветных</p>	<p>УК-7 - Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для</p>	<p>З-1 - Сделать обзор угроз информационной безопасности, основных принципов организации безопасной работы в информационных системах и в сети интернет</p> <p>З-2 - Описать способы и средства защиты персональных данных и данных в</p>

<p>металлов и сплавов</p>	<p>эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>организации в соответствии с действующим законодательством</p> <p>З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач</p> <p>У-1 - Определять основные угрозы безопасности при использовании информационных технологий и выбирать оптимальные способы и средства защиты персональных данных и данных организации от мошенников и вредоносного ПО</p> <p>У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач</p> <p>П-1 - Обосновать выбор технических и программных средств защиты персональных данных и данных организации при работе с информационными системами на основе анализа потенциальных и реальных угроз безопасности информации</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности</p>
	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ПК-6 - Способен разрабатывать и оценивать эффективность внедрения новых технологических процессов производства деформированных полуфабрикатов и</p>	<p>З-4 - Описывать основные методы и программные продукты для анализа и оптимизации процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p> <p>У-3 - Выбирать пакеты прикладных программ и методы для оптимизации и оценки эффективности конкурирующих технологий производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p>

	изделий из цветных металлов и сплавов	<p>П-4 - Предлагать методы экспериментальных и теоретических способов изучения технологических процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение анализировать параметры и ситуации профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-11 - Способен осуществлять постановку задач, обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии</p>	<p>З-3 - Описывать наиболее важные требования к выбору условий проведения эксперимента, по получению и обработке массивов данных</p> <p>З-4 - Изложить последовательность постановки и реализации решения задач по обработке металлов давлением при использовании различных методов</p> <p>З-5 - Описывать способы и программные продукты для проведения исследований</p> <p>У-1 - Анализировать результаты обработки данных по теоретическим и экспериментальным исследованиям и физического моделирования технологического процесса и определять оптимальные способы и методики поиска рациональной технологии</p> <p>У-2 - Формулировать конкретные цели и задачи проведения теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>У-3 - Выделять способы и методики, подходящие для анализа в каждом конкретном случае</p> <p>П-2 - Оформлять отчеты по планированию исследовательского и промышленного эксперимента, позволяющие получить необходимую информацию об объекте экспериментального исследования с наименьшими затратами</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Алгоритмизация, моделирование и**  
**оптимизация технологических процессов**  
**обработки цветных металлов и сплавов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Исхаков Руслан Фанисович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	обработки металлов давлением
2	Логинов Юрий Николаевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	обработки металлов давлением

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Исхаков Руслан Фанисович, Доцент, обработки металлов давлением
- Логинов Юрий Николаевич, Профессор, обработки металлов давлением

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет и структура дисциплины «Алгоритмизация, моделирование и оптимизация технологических процессов». Основные положения и выводы по разделам дисциплины. Методические рекомендации закрепления знаний и применения их при выполнении задания на магистерскую диссертацию.
P2	Основные положения теории систем и системного моделирования	Определение системы как системотехнического комплекса. Отношение системы и внешней среды – входы и выходы, состояние. Основной принцип системного моделирования – движение от общего к частному. Модели функционирования и модели структуры. Современное информационное обеспечение моделирования: справочники, базы данных, базы знаний. Аппаратное обеспечение моделирования. Приборы, системы сбора и обработки информации, средства хранения и обработки экспериментальной информации, системы для реализации математического моделирования. Конструктивная модель технического объекта, ее реализация. Особенности моделирования объектов металлургического производства.

<b>Р3</b>	Алгоритмы. Конструирование и анализ	Численные методы и алгоритмы. Современные программные средства. Электронные таблицы, системы управления базами, языки программирования как средства моделирования. Программные продукты, разработанные для решения задач обработки металлов давлением и сопутствующих процессов. Достоинства и недостатки и сравнение возможностей ПО.
<b>Р4</b>	Конструктивные модели объектов и процессов ОМД	Конструктивная модель системы на базе использования уравнений и неравенств. Время в моделях. Модели «реального» времени. Непрерывные и дискретные модели. Способы представления времени. Процессы. Алгебраические, дифференциальные и интегральные уравнения – как способы описания движения динамических объектов. Моделирование входного процесса. Генератор входных воздействий. Фильтры. Моделирование процессов в пространстве состояний. Оператор перехода. Оператор выхода. Примеры моделей процессов ОМД. Использование табличных процессоров для моделирования циклических и тактовых технологических процессов.
<b>Р5</b>	Элементы технологии принятия решений	<p>Проблемы, возникающие при принятии технических решений и последовательность их решения. Принципы формирования целевой функции. Порядок оптимизации и правила конструирования оптимизационных моделей. Обзор методов оптимизации. Поиск оптимальных решений на линейных, выпуклых и стохастических моделях. Последовательность действий при принятии технических решений. Целевая функция, требования к ней и ее формирование. Проблема неопределенности целей и ее преодоление. Формирование глобального критерия из частных. Принятие решений в условиях неполной информации, проблема риска.</p> <p>Примеры использования технологии принятия решений в инженерной практике: оптимальная загрузка производственного участка; оптимальный раскрой проката; распределение обжатию при многопроходных процессах пластической обработки металла.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
---	---------------------------------	--	-------------	---------------------

			-	-
--	--	--	---	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Алгоритмизация, моделирование и оптимизация технологических процессов обработки цветных металлов и сплавов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Ульянов, М. В.; Ресурсно-эффективные компьютерные алгоритмы: разработка и анализ : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2008; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69290> (Электронное издание)
2. Комлева, Н. В.; Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных : учебное пособие.; Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, Москва; 2004; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93226> (Электронное издание)
3. Алгазин, С. Д., Голубев, О. А.; Численные алгоритмы классической математической физики : учебное пособие.; Диалог-МИФИ, Москва; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135962> (Электронное издание)
4. Орешкова, М. Н.; Численные методы: теория и алгоритмы : учебное пособие.; Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), Архангельск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436397> (Электронное издание)
5. Сегерлинд, Л., Л., Победри, Б. Е.; Применение метода конечных элементов; Мир, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457056> (Электронное издание)
6. Киселев, С. П.; Механика сплошных сред : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574777> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Кучеряев, Б. В.; Механика сплошных сред. (Теоретические основы обработки давлением композитных металлов : Учебник для студентов вузов, обуч. по направлению "Металлургия": спец. "Обработка металлов давлением".; МИСИС, Москва; 1999 (7 экз.)
2. Черняк, В. Г.; Механика сплошных сред : учеб. пособие для вузов.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2006 (98 экз.)
3. Колмогоров, В. Л.; Механика обработки металлов давлением : учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. "Обработка металлов давлением", "Механика твердого деформируемого тела".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (60 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Алгоритмы. Построение и анализ / Т. Х. Кормен, Ч. И. Лейзерсон, Р. Л. Ривест, К. Штайн ; [пер. с англ. и ред. И. В. Красикова] .— 3-е изд. — Москва ; Санкт-Петербург ; Киев : Вильямс, 2014 .— 1323 с. : ил. — Пер. изд.: Introduction to Algorithms/ Т. Н. Cormen, С. Е. Leiserson, R. L. Rivest, С. Stein. London, 2009 .— Библиогр.: с.1283-1298 (360 назв.) .— Предм. указ.: с. 1299-1323 .— ISBN 978-5-8459-1794-2.

Казакевич, Генрих Станиславович. Механика сплошных сред. Теория упругости и пластичности / Г. С. Казакевич, А. И. Рудской ; С.-Петерб. гос. политехн. ун-т .— СПб. : СПбГПУ, 2003 .— 264 с.

Прикладная механика сплошных сред : учебник для студентов вузов : в 3 т. Т. 1. Основы механики сплошных сред / А. В. Бабкин, В. В. Селиванов. - Изд. 3-е, стер. / науч. ред. В. В. Селиванов .— .— Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 .— 376 с.

Прикладная механика сплошных сред : учебник для студентов вузов : в 3 т. Т. 2. Механика разрушения деформируемого тела / В. В. Селиванов. - Изд. 2-е, испр. / науч. ред. В. В. Селиванов .— Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 .— 424 с. :

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.ingentaconnect.com> - Поисковая система зарубежных научно-технических журналов
2. <http://ru.wikipedia.org> - Свободная энциклопедия
3. <http://www.elibrary.ru> - Российская электронная научная библиотека
4. <http://www.sciencedirect.com> - Поисковая система публикаций научных изданий
5. <http://www.springerlink.com> – Поисковая система издательства научно-технической литературы Springer

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Алгоритмизация, моделирование и оптимизация технологических процессов обработки цветных металлов и сплавов**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Свободное программное обеспечение для**  
**анализа процессов обработки цветных**  
**металлов и сплавов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Ерпалов Михаил Викторович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	обработки металлов давлением

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Ерпалов Михаил Викторович, Доцент, обработки металлов давлением

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет и его место в науке. Авторское право. Лицензирование объектов авторского права. Типы лицензий. Копилефт. Открытое и свободное программное обеспечение.
P2	Применение свободного офисного пакета «LibreOffice» для описания и анализа технических и технологических объектов ОМД	Текстовый процессор «LibreOffice Writer». Стили, врезки, таблицы, рисунки. Особенности записи математических формул с помощью инструмента «Math». Автоматическая нумерация формул, таблиц, рисунков. Гиперссылки в документах. Генерация оглавления и библиографии. Навигация по документу. Электронные таблицы «LibreOffice Calc». Отличия и совместимость с MS Excel. Инструменты для работы с данными. Макросы. Встроенные математические, статистические, информационные, финансовые и др. функции. Расширения и дополнения. Использование модулей линейного и нелинейного программирования для отыскания оптимального раскроя металла и оптимальной загрузки оборудования. Векторная графика «LibreOffice Draw». Принципы работы с объектами векторной графики. Примитивы. Атрибуты графических объектов. Слайды. Импорт и экспорт графических объектов.

		<p>Создание презентации в «LibreOffice Impress».</p> <p>Шаблоны и заголовки. Использование графических объектов из «LibreOffice Draw». Экспорт в форматы MS Office. Экспорт в формат «pdf».</p>
<b>P3</b>	Пакет статистического программирования «R»	<p>Описание пакета R. История разработки. Состав. Библиотеки модулей r-gsap для пакета. Области применения пакета. Демонстрации графических и вычислительных возможностей языка. Язык скриптов R. Получение справки по командам языка. Элементарное программирование на языке R в режиме интерпретатора. Циклы, условные операторы, числовые последовательности. Графика в R.</p>
<b>P4</b>	Применение пакета статистического программирования «R» для статистического анализа производственных данных	<p>Возможности и особенности статистического анализа параметров технологических процессов и качественных показателей готовой продукции с использованием пакета R. Структурирование данных для статистического анализа на примере структуры файла прибора контроля Rota-25. Извлечение данных из структурированных файлов. Обеспечение упорядоченности файлов данных путем стандартизации имен файлов. Примеры имен файлов, позволяющих обеспечить их упорядочение средствами операционных систем.</p> <p>Статистические показатели качества продукции на примере анализа результатов аппаратных измерений толщины стенки труб для атомной промышленности. Сравнение законов распределения результатов ручных и аппаратных измерений.</p>
<b>P5</b>	Применение пакета статистического программирования «R» для оценки стабильности технологии и качества продукции	<p>Временные ряды. Оценка стабильности качества продукции по изменению дисперсии показателей качества за выбранный промежуток времени. Косвенная оценка стабильности многопроходных (многократных) технологических процессов с использованием метода сглаженных периодограмм.</p> <p>Естественные и искусственные маркеры технологических операций для периодограммного контроля.</p>
<b>P6</b>	Возможности свободных графических пакетов растровой и векторной графики	<p>GIMP — свободный аналог программы «PhotoShop».</p> <p>Обработка изображений, полученных на приборах контроля Rota-25, EddyScan, рентгеновских установках, интроскопах, голографических системах и других устройствах с растровым выводом графической информации.</p> <p>INKSCAPE — свободный аналог пакета «CorelDraw».</p> <p>Создание схем, чертежей, планов, моделей структур в открытом формате «.svg». Популярный пакет трехмерной графики BLENDER, его возможности и особенности использования.</p>
<b>P7</b>	Заключение	Перспективы использования СПО для описания и анализа технологических процессов ОМД

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Свободное программное обеспечение для анализа процессов обработки цветных металлов и сплавов**

**Электронные ресурсы (издания)**

1. Глебов, В. И.; Практикум по математической статистике: проверка гипотез с использованием Excel, MatCalc, R и Python : учебное пособие.; Прометей, Москва; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576035> (Электронное издание)
2. Зададаев, С. А.; Математика на языке R : учебник.; Прометей, Москва; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494941> (Электронное издание)

**Печатные издания**

1. Кобзарь, А. И.; Прикладная математическая статистика; Физматлит, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82617> (Электронное издание)

**Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

**Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Свободное программное обеспечение для анализа процессов обработки цветных металлов и сплавов**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.

			<b>Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Конечно-элементное моделирование**  
**процессов обработки цветных металлов и**  
**сплавов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Котов Вячеслав Валерьевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	обработки металлов давлением
2	Логинов Юрий Николаевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	обработки металлов давлением

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Котов Вячеслав Валерьевич, Доцент, обработки металлов давлением
- Логинов Юрий Николаевич, Профессор, обработки металлов давлением

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноразовное (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет и структура дисциплины «Конечно-разностные методы в ОМД». Основные положения и выводы по разделам дисциплины. Методические рекомендации закрепления знаний и применения их при выполнении задания на магистерскую диссертацию.
P2	Основы метода конечных элементов	Принципы решения задач обработки металлов давлением. Вариационные принципы и функционал. Метод конечных элементов в ОМД.
P3	Современные методы моделирования	Программные продукты, разработанные для решения задач обработки металлов давлением и сопутствующих процессов. Достоинства и недостатки и сравнение возможностей ПО.
P4	Постановка задачи конечно-элементного моделирования процессов ОМД	Методики задания граничных и начальных условий процессов ОМД. Конечно-элементные модели инструмента и деформированного материала. Задание параметров процессов. Определение параметров управления точности расчета и настроечными параметрами системы. Инструменты задания локальных граничных условий. Обеспечение сходимости расчета и адекватности результатов.

<b>Р5</b>	Анализ результатов расчетов процессов ОМД	Анализ протекания процессов термических задач и ОМД. Анализ напряженно-деформированного состояния инструмента и деформированного материала. Особенности расчета различных процессов ОМД.
-----------	---	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Конечно-элементное моделирование процессов обработки цветных металлов и сплавов**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Зенкевич, О., О., Победри, Б. Е.; Метод конечных элементов в технике : монография.; Мир, Москва; 1975; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457096> (Электронное издание)
2. Сегерлинд, Л., Л., Победри, Б. Е.; Применение метода конечных элементов; Мир, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457056> (Электронное издание)
3. Логинов, Ю. Н., Шилов, В. А.; Инструмент для прессования металлов : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/69599.html> (Электронное издание)
4. Маковкин, Г. А.; Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела. Часть 1 : учебное пособие.; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, Нижний Новгород; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/16043.html> (Электронное издание)
5. Присекин, В. Л.; Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : учебник.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436040> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Колмогоров, В. Л.; Механика обработки металлов давлением : учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. "Обработка металлов давлением", "Механика твердого деформируемого тела".; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (60 экз.)
2. Еременко, С. Ю.; Методы конечных элементов в механике деформируемых тел; Основа, Харьков; 1991 (4 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Логинов Ю.Н., Котов В.В. Метод конечных элементов в описании напряженно-деформированного состояния процессов прессования. Екатеринбург. УрФУ. 2010. 320с.

Логинов Ю.Н. Решения технологических задач прессования с применением системы анализа процессов пластического деформирования «РАПИД 2Д». Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 78с.

Вальтер, Александр Игоревич. Метод конечных элементов в технологических задачах пластичности : Учеб. пособие для вузов / А.И. Вальтер, Н.Б. Дорохин; Тул. гос. ун-т. — Тула : Б. и., 1999. — 133 с.

Морозов, Евгений Михайлович. Метод конечных элементов в механике разрушения / Е. М. Морозов, Г. П. Никишков. — Изд. 2-е, испр. — Москва : ЛКИ, 2008. — 256 с.

Капустин, Сергей Аркадьевич. Метод конечных элементов в механике деформируемых тел : Учеб. пособие. Ч. 1 / С. А. Капустин. — Нижний Новгород : Нижегород. гос. ун-т, 1997. — 70 с.

Голованов, Александр Иванович. Метод конечных элементов в механике деформируемых твердых тел / А. И. Голованов, Д. В. Бережной ; Казан. гос. ун-т. — Казань : ДАС, 2001. — 300 с.

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <http://www.ingentaconnect.com> - Поисковая система зарубежных научно-технических журналов
2. <http://ru.wikipedia.org> - Свободная энциклопедия
3. <http://www.elibrary.ru> - Российская электронная научная библиотека
4. <http://www.sciencedirect.com> - Поисковая система публикаций научных изданий
5. <http://www.springerlink.com> – Поисковая система издательства научно-технической литературы Springer

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Конечно-элементное моделирование процессов обработки цветных металлов и сплавов**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES