

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
1143457	Физическое и математическое моделирование процессов обработки металлов давлением

Екатеринбург

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

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
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 металлов давлением

1.1. Аннотация содержания модуля

В состав модуля включены дисциплины: «Алгоритмизация и оптимизация процессов ОМД», «Конечно-элементное моделирование процессов ОМД», «Теория и организация экспериментальных исследований», «Свободное программное обеспечение для анализа процессов ОМД», содержание которых позволит студентам ознакомиться с методами алгоритмизации в описании процессов ОМД и 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 в ОМД. Знакомство с ресурсами свободного программного обеспечения позволяет отказаться от лицензионной зависимости при приобретении и использовании программными продуктами, особенно в специализированных областях техники. 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	Теория и организация экспериментальных исследований	3
2	Алгоритмизация и оптимизация процессов ОМД	3
3	Конечно-элементное моделирование процессов ОМД	3
4	Свободное программное обеспечение для анализа процессов ОМД	3
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 и оптимизация процессов ОМД	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p>
	ПК-2 - Способен разрабатывать и оценивать эффективность внедрения новых технологических процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий из черных и цветных металлов и сплавов	<p>З-3 - Изложить проблемы современной металлургии, связанные с ужесточением требований к автоматизации производства</p> <p>З-4 - Описывать основные методы и программные продукты для анализа и оптимизации процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ и методы для оптимизации и оценки эффективности конкурирующих технологий производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p> <p>П-3 - Предлагать методы решения задач оптимизации технологических процессов деформационной обработки</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение анализировать параметры и ситуации профессиональной деятельности.</p>
Конечно-элементное моделирование процессов ОМД	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ 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-2 - Способен разрабатывать и оценивать эффективность внедрения новых технологических процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий из черных и 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-2 - 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 способов изучения технологических</p>

		<p>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 ОМД</p>	<p>УК-7 - Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения</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>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-2 - Способен разрабатывать и оценивать эффективность внедрения новых технологических процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий из черных и</p>	<p>З-4 - Описывать основные методы и программные продукты для анализа и оптимизации процессов производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ и методы для оптимизации и оценки эффективности конкурирующих технологий производства деформированных полуфабрикатов и изделий</p>

	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>
	ПК-11 - Способен осуществлять постановку задач, обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	<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>
Теория и организация экспериментальных исследований	ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения	З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования

	<p>инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</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</p>

		экспериментального исследования с наименьшими затратами Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория и организация экспериментальных
исследований

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Михайленко Аркадий Михайлович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра 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:

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
0	Вводные материалы	Целевое назначение курса. Его структура, содержание и место в подготовке специалиста по направлению "Обработка металлов давлением" (ОМД). Специфика исследовательских задач, решаемых специалистами ОМД при проведении экспериментов, их связь с конкретными технологическими задачами. История возникновения и развития теории эксперимента, основные составные части курса. Математические предпосылки теории эксперимента. Перспективы развития теории эксперимента. Краткий обзор рекомендуемой литературы
1	Эксперимент как объект исследования	Эксперимент как объект исследования. Виды экспериментальных исследований, их специфика и особенности. Общие черты экспериментов различной направленности. Составные части эксперимента, их общность и различия. Эксперимент как объект исследования с точки зрения современных представлений теории систем. Специфика различных объектов исследования. Общность объектов экспериментального исследования. Качественный и количественный эксперимент. Системная модель объекта исследования. Факторы. Классификация факторов с точки зрения их наблюдаемости и контролируемости при проведении эксперимента. Факторы, имеющие количественные характеристики, факторы, не имеющие количественной характеристики. Отклик. Функция отклика. Математическая модель объекта исследования. Природа изменчивости отклика. Точность

		экспериментирования. Пассивный и активный эксперимент. Теоретическое обоснование возможности планирования активного эксперимента.
2	Случайные события	Испытания и их виды. Поле испытаний. Событие и его виды. Классификация событий. Взаимные отношения событий. Операции над событиями. Элементы комбинаторики. Размещения, сочетания, перестановки. Различные определения вероятности: классическое, геометрическое, статистическое, аксиоматическое. Теоретическая вероятность. Эмпирическая вероятность. Понятие оценки вероятности события. Свойства вероятности. Взаимная зависимость вероятностей разных событий. Понятие условной вероятности. Свойства условных вероятностей. Основные аксиомы теории вероятностей с позиций теории эксперимента. Правила умножения вероятностей. Правило сложения вероятностей. Независимость событий. Формула полной вероятности событий. Формула Байеса (теорема гипотез). Формула Бернулли. Предельные теоремы для формулы Бернулли (формула Пуассона, локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа, функция Лапласа).
3	Многомерные случайные величины	<p>3.1. Регрессионный анализ.</p> <p>3.1.1. Однофакторный регрессионный анализ данных эксперимента.</p> <p>Системная модель объекта эксперимента. Математическая модель объекта исследования. Стохастическая связь между откликом и фактором. Уравнение регрессии и стохастическая зависимость. Генеральное и выборочное уравнения регрессии. Цели и задачи регрессионного анализа. Модель регрессионного анализа первого порядка для случая одной независимой величины. Геометрическая интерпретация задачи регрессионного анализа.</p> <p>Методы расчета оценок коэффициентов генерального уравнения регрессии для однофакторного случая. Построение эффективных состоятельных и несмещенных оценок коэффициентов регрессии по методу наименьших квадратов для однофакторного случая. Предпосылки и ограничения регрессионного анализа. Проверка статистической значимости уравнения регрессии. Проверка линейности уравнения регрессии. Проверка статистической значимости выборочных коэффициентов уравнения регрессии для однофакторного случая.</p> <p>3.1.2. Многофакторный регрессионный анализ данных эксперимента.</p> <p>Системная модель объекта эксперимента. Матрица результатов наблюдений. Математическая модель объекта исследования для случая нескольких независимых величин. Модель регрессионного анализа, линейная по параметрам. Построение оценок коэффициентов регрессии по методу наименьших квадратов, система нормальных линейных уравнений и ее решение в матричной форме. Проверка статистической значимости уравнения регрессии. Проверка линейности</p>

		<p>уравнения регрессии. Проверка статистической значимости коэффициентов уравнения регрессии.</p> <p>3.2. Корреляционный анализ.</p> <p>Сущность корреляционных связей между взаимно зависимыми и взаимно независимыми случайными величинами. Корреляционная зависимость. Теснота (сила, мощность) корреляционной связи. Показатели мощности корреляционной связи. Генеральное и выборочное корреляционное отношение Пирсона и их свойства. Коэффициент детерминации. Коэффициент корреляции Спирмена.</p> <p>3.2.1. Однофакторный корреляционный анализ.</p> <p>Генеральный и выборочный коэффициенты парной корреляции и их свойства. Классификация силы корреляционной связи по абсолютному значению коэффициента парной корреляции. Проверка статистической значимости коэффициента парной корреляции в рамках линейной зависимости между нормально распределенными случайными величинами.</p> <p>3.2.2. Многофакторный (множественный) корреляционный анализ.</p> <p>Генеральный и выборочный коэффициенты множественной корреляции, их сущность и свойства. Классификация силы корреляционной связи по значению коэффициента множественной корреляции. Проверка статистической значимости коэффициента множественной корреляции в рамках линейной зависимости между нормально распределенными случайными величинами.</p> <p>3.3. Дисперсионный анализ.</p> <p>Количественный и качественный факторы, задачи дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Таблица исходных данных. Предварительная обработка исходных данных и проверка предпосылок дисперсионного анализа. Полная (общая) сумма квадратов, основное тождество разложения дисперсий. Сумма квадратов между сериями и квадратов внутри серии (остаточная). Схема однофакторного дисперсионного анализа. Дисперсионное отношение и критическая область. Степень вариации (изменчивости) математических ожиданий между сериями, вызванная влиянием исследуемого фактора. Схема двухфакторного дисперсионного анализа</p>
4	Планирование эксперимента	<p>Общие положения планирования активного эксперимента. Цели планирования эксперимента. Классификация видов планирования эксперимента. Этап предпланирования эксперимента. Требования к выбору независимых переменных (факторов). Требования к выбору зависимых переменных (откликов). Априорное ранжирование. Факторное</p>

		<p>пространство. Область экспериментирования. Точка плана. Размах и интервал варьирования фактора. Основной уровень фактора. Центральная точка плана. Нормализация факторов.</p> <p>4.1. Планирование оценочных экспериментов</p> <p>Планирование экспериментов с целью оценивания неизвестного параметра генеральной совокупности случайной величины с заданной точностью. Расчет числа опытов, необходимых для построения интервальной оценки математического ожидания с заданной точностью. Расчет числа опытов, необходимых для построения интервальной оценки генеральной дисперсии с заданной точностью.</p> <p>4.2. Планирование регрессионных экспериментов.</p> <p>4.2.1. Планы эксперимента первого порядка.</p> <p>Полный факторный план для двухуровневых факторов. Свойство матрицы плана. Предварительная обработка экспериментальных данных и проверка предпосылок регрессионного анализа при наличии параллельных опытов. Расчет оценок коэффициентов регрессии по методу наименьших квадратов. Проверка адекватности регрессионной модели.</p> <p>Насыщенность плана. Дробный факторный план эксперимента первого порядка для двухуровневых факторов. Генератор плана. Генерирующее и определяющее соотношение. Система смещения генеральных коэффициентов регрессии. Способы построения дробного факторного плана эксперимента первого порядка. Свойство матрицы плана. Расчет оценок коэффициентов регрессии по методу наименьших квадратов. Проверка адекватности регрессионной модели.</p> <p>4.2.2. Планы эксперимента второго порядка.</p> <p>Полный и дробный факторные планы эксперимента второго порядка для трехуровневых факторов. Критерии оптимальности дробного плана эксперимента второго порядка. Способы построения дробного факторного плана эксперимента второго порядка с учетом критериев оптимальности плана. Свойство матрицы плана. Расчет оценок коэффициентов регрессии по методу наименьших квадратов. Проверка адекватности регрессионной модели</p> <p>4.3. Методы экспериментальной оптимизации.</p> <p>Планирование экстремальных экспериментов. Постановка задачи оптимизации. Два подхода к решению задачи оптимизации: поиск экстремума по математической модели объекта исследования аналитическими или численными методами; экспериментальный поиск области экстремума.</p>
--	--	--

		<p>Планирование экстремальных поисковых экспериментов, общие замечания.</p> <p>4.3.1. Однофакторная экспериментальная оптимизация.</p> <p>Методы одномерного поиска. Методы исключения. Метод последовательной дихотомии. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения. Шаговые одномерные методы поиска оптимума. Метод с постоянным шагом. Метод с переменным шагом. Метод квадратичной интерполяции.</p> <p>4.3.2. Многофакторная экспериментальная оптимизация.</p> <p>Методы многомерного поиска. Градиентные методы поиска оптимума функции отклика. Метод градиента. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона).</p> <p>Неградиентные методы поиска оптимума функции отклика. Метод покоординатного поиска (метод Гауса-Зайделя). Последовательный симплексный метод и метод деформированных многогранников (метод Нелдера-Мида). Метод случайного поиска.</p> <p>Планирование экстремальных поисковых экспериментов при наличии ограничений.</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

Теория и организация экспериментальных исследований

Электронные ресурсы (издания)

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

Печатные издания

1. Степнов, М. Н., Шаврин, А. В.; Статистические методы обработки результатов механических испытаний : справочник.; Машиностроение, Москва; 2005 (6 экз.)

2. Соловьев, В. П.; Организация эксперимента : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 150400 - Металлургия.; ТНТ, Старый Оскол; 2013 (1 экз.)

3. Воробьёв, , А. Л.; Планирование и организация эксперимента в управлении качеством : учебное

пособие.; Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, Оренбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/33648.html> (Электронное издание)

4. Ивченко, Г. И., Медведев, Ю. И.; Математическая статистика : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1992 (6 экз.)

5. Гмурман, В. Е.; Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 1979 (1 экз.)

6. Гмурман, В. Е.; Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для инж.-экон. ин-тов и фак.; Высшая школа, Москва; 1972 (17 экз.)

7. Михайленко, А. М., Паршаков, С. И.; Обработка одномерных опытных данных : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 22.03.02, 22.04.02 - Metallurgy.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)

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

<http://www.matweb.com> Справочник по механическим свойствам материалов в формате стандартов ASTM

<http://www.copper.org/> Справочная служба Ассоциации развития медной промышленности (The Copper Development Association Inc.)

<http://www.ingentaconnect.com> Поисковая система зарубежных научно-технических журналов

<http://ru.wikipedia.org> Свободная энциклопедия

<http://www.alcoa.com/adip/catalog> Справочный сайт фирмы ALCOA

<http://www.elibrary.ru> Российская электронная научная библиотека

<http://www.sciencedirect.com> Поисковая система публикаций научных изданий

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и организация экспериментальных исследований

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. Реквизиты подтверждающего документа
-------	--------------	---	--

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
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>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</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>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 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>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Алгоритмизация и оптимизация процессов
ОМД

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Исхаков Руслан Фанисович	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:

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
1	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.
2	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.
3	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.

4	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.
5	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 и оптимизация процессов ОМД

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)

Печатные издания

1. Заковряшин, А. И.; Алгоритмизация и программирование вычислительных задач : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 201600, 201700.; САЙНС-ПРЕСС, Москва; 2002 (2 экз.)

2. , Михелькевич, В. Н.; Алгоритмизация и автоматизация технологических процессов и технологических систем : межвуз. сб. науч. тр.; КПТИ, Куйбышев; 1990 (3 экз.)

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

Алгоритмизация и оптимизация процессов ОМД

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Конечно-элементное моделирование
процессов ОМД

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Котов Вячеслав Валерьевич	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:

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
1	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.
2	Основы метода конечных элементов	Принципы решения задач обработки металлов давлением. Вариационные принципы и функционал. Метод конечных элементов в ОМД.
3	Современные методы моделирования	Программные продукты, разработанные для решения задач обработки металлов давлением и сопутствующих процессов. Достоинства и недостатки и сравнение возможностей ПО.
4	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.
5	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

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 ОМД

Электронные ресурсы (издания)

1. Деклу, Ж., Ж., Яненко, Н. Н.; Метод конечных элементов; Мир, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456946> (Электронное издание)
2. 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)

Печатные издания

1. Вальтер, А. И., Дорохин, Н. Б.; Метод конечных элементов в технологических задачах пластичности : Учеб. пособие для вузов.; Б. и., Тула; 1999 (2 экз.)
2. Крылов, О. В.; Метод конечных элементов и его применение в инженерных расчетах : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломир. специалистов "Энергомашиностроение", "Прикладная механика", "Транспортные машины и транспортные технологические комплексы"; Радио и связь, Москва; 2002 (5 экз.)
3. Капустин, С. А.; Метод конечных элементов в механике деформируемых тел : Учеб. пособие. Ч. 1. ; Нижегород. гос. ун-т, Нижний Новгород; 1997 (1 экз.)
4. Голованов; Метод конечных элементов в механике деформируемых твердых тел; ДАС, Казань; 2001 (1 экз.)
5. Морозов, Е. М.; Метод конечных элементов в механике разрушения; [Изд-во ЛКИ, Москва; 2008] (2 экз.)

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

Конечно-элементное моделирование процессов ОМД

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
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 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
--	--	-----------------------------	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Свободное программное обеспечение для
анализа процессов ОМД

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
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».

		<p>Принципы работы с объектами векторной графики. Примитивы. Атрибуты графических объектов. Слайды. Импорт и экспорт графических объектов.</p> <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>
P3	Пакет статистического программирования «R»	<p>Описание пакета R. История разработки. Состав. Библиотеки модулей <code>g-gan</code> 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>
P4	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>
P5	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>
P6	Возможности свободных графических пакетов растровой и векторной графики	<p>GIMP — свободный аналог программы «PhotoShop». 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». Создание схем, чертежей, планов, моделей структур в открытом формате «.svg». Популярный пакет трехмерной графики BLENDER, его возможности и особенности использования.</p>
P7	Заключение	Перспективы использования СПО для описания и анализа технологических 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

Свободное программное обеспечение для анализа процессов ОМД

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. Для инженеров и научных работников; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2006 (1 экз.)

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 ОМД

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.
-------	--------------	---	--

			Реквизиты подтверждающего документа
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>Периферийное устройство</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>	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
--	--	-----------------------------	--