

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

Проректор по учебной работе

 С.Т. Князев

4 февраля 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

Код модуля	Модуль
<i>M.1.21 (по УП)</i>	<i>Основы профессиональных исследований</i>

Екатеринбург, 2020

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> <i>Металлургия</i>	<b>Код ОП</b> 22.03.02/33.02
<b>Направление подготовки</b> <i>Металлургия</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 22.03.02

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	Спирин Николай Александрович	д.т.н. профессор	профессор, зав. кафедрой	Теплофизика и информатика в металлургии
2	Матюхин Владимир Ильич	к.т.н., доцент	доцент	Теплофизика и информатика в металлургии
3	Киселев Евгений Владимирович	к.т.н.	доцент	Теплофизика и информатика в металлургии

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

Протокол № 2-01 от 23.01.2020г.

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ



Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Основы профессиональных исследований» изучается студентами в рамках траектории «Теплофизика, автоматизация и экология металлургических печей», направлен на изучение особенностей осуществления прикладных исследований при решении инженерных задач в профессиональной области и включает дисциплины «Моделирование процессов и объектов в металлургии» и «Теоретические основы эксперимента».

Компетенции, приобретаемые при изучении этого модуля, необходимы как при подготовке к научно-исследовательскому, так и к производственно-технологическому виду деятельности.

При реализации дисциплин модуля используется проектная технология обучения, проблемное обучение, групповая работа, исследовательские методы. Целью изучения модуля является освоение студентами прикладных знаний и формирование у них практических умений решать инженерные задачи профессиональной деятельности, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и приемов технического и экономического анализа, математического моделирования.

Дисциплины модуля могут быть реализованы в смешанной и традиционной технологии. Реализация дисциплин модуля с использованием смешанной технологии обучения предполагает применение разработанных электронных ресурсов, имеющих статус ЭОР УрФУ и размещенных на образовательной платформе УрФУ, включая учебные пособия, презентации, задания и тесты.

## 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 и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Моделирование процессов и объектов в металлургии	4 з.е./144 час.	Экзамен
2.	Теоретические основы эксперимента	4 з.е./144 час.	Экзамен
ИТОГО по модулю:		8 з.е./ 288 час.	

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	-
Постреквизиты и корреквизиты модуля	Теория теплотехнических процессов Конструкции металлургических агрегатов Тепловая работа и проектирование элементов металлургических агрегатов Теория и практика управления металлургическими процессами

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

Изучение дисциплин модуля предусматривает формирование компетенций посредством последовательного освоения результатов обучения на определенном уровне сложности содержания.

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
<b>Моделирование процессов и объектов в металлургии</b>	ПК 18 – Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов в процессе получения и обработки черных и цветных металлов	<p><i>Знания:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологические основы моделирования;</li> <li>– принципы математического и имитационного моделирования систем;</li> <li>– методы и этапы исследования моделей систем.</li> </ul> <p><i>Умения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к математическим моделям объектов и технологических процессов;</li> <li>– использовать методы системного моделирования теплофизических процессов в металлургии;</li> <li>– строить и анализировать математические модели тепломассопереноса;</li> </ul> <p><i>Иметь опыт/Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методиками постановки задач по математическому моделированию технологических процессов получения и обработки черных и цветных металлов;</li> </ul>

<p><b>Теоретические основы эксперимента</b></p>	<p>ПК 18 – Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов в процессе получения и обработки черных и цветных металлов</p>	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные закономерности процессов генерации и переноса теплоты, движения жидкости и газов применительно к технологическим агрегатам черной и цветной металлургии;</li> <li>– основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов;</li> <li>– методы и этапы исследования моделей систем.</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений технологических процессов;</li> <li>– применять методы анализа и обработки экспериментальных данных;</li> <li>– осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений технологических процессов</li> </ul> <p><b>Иметь опыт/Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами анализа технологических процессов получения и обработки черных и цветных металлов и их влияния на качество получаемых изделий;</li> <li>– методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области производства и обработки черных и цветных металлов</li> </ul>
---	--	---

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной, очно-заочной и заочной формах.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИН МОДУЛЯ

**РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ  
ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 1  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ**

**1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 1  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ**

**1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля**

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- Смешанное обучение с использованием онлайн-курса;
- Исключительно электронное обучение с использованием онлайн-курса.

**1.2. Планируемые результаты обучения (индикаторы) по дисциплине 1**

Таблица 1.2

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
ПК 18 – Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов в процессе получения и обработки черных и цветных металлов	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологические основы моделирования;</li> <li>– принципы математического и имитационного моделирования систем;</li> <li>– методы и этапы исследования моделей систем.</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формулировать требования к математическим моделям объектов и технологических процессов;</li> <li>– использовать методы системного моделирования теплофизических процессов в металлургии;</li> <li>– строить и анализировать математические модели теплопереноса;</li> </ul> <p><b>Иметь опыт/Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методиками постановки задач по математическому моделированию технологических процессов получения и обработки черных и цветных металлов;</li> </ul>

**1.3. Содержание дисциплины 1**

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Введение	Цели и задачи дисциплины. Структура и объем дисциплины. Формы контрольных мероприятий.

		Рекомендуемая литература.
P2	Системный подход при моделировании систем	Основные понятия теории систем. Свойства систем Классификация систем по различным признакам Управление системами. Аксиомы управления. Основные этапы разработки систем. Определение границ системы, входных и выходных параметров.
P3	Методология системных исследований при моделировании процессов и объектов	Понятие математической модели и общие принципы ее построения. Понятие математической модели и общие принципы ее построения. Этапы математического моделирования систем. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Декомпозиция модели. Структура модели систем. Операторы переходов, выходов, параметры состояния, входов, выходов. Общесистемная модель. Понятие системных моделей. Виды системных моделей. Стационарные и нестационарные модели. Динамические и статические модели. Линейные и нелинейные модели. Линеаризация математических моделей систем. Линеаризация статических моделей систем. Линеаризация динамических моделей систем. Реакция линейной динамической модели на произвольные воздействия. Непрерывные и дискретные модели. Распределенность и сосредоточенность параметров.
P4	Математическое описание теплофизических процессов в металлургии	Общий вид законов сохранения. Характеристическая макроскопическая скорость и диффузионный поток. Баланс массы. Закон сохранения количества движения. Баланс энергии. Баланс энтропии. Обобщенное уравнение тепло-и массопереноса в металлургических агрегатах. Примеры моделирования систем в металлургии на примере шахтных, доменных и нагревательных печей в металлургии.
P5	Оптимизация теплотехнических процессов в металлургии	Математическое программирование как метод оптимизации теплотехнических процессов. Постановка задачи математического программирования. Классификация задач математического программирования. Проблемы решения задач. Оптимизация процессов методом линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. Примеры использования линейного программирования для решения инженерных задач в металлургической теплотехнике.

		<p>Целочисленное математическое программирование. Постановка и проблемы решения задач. Обзор алгоритмов (метод ветвей и границ, метод Гомори). Примеры использования целочисленного программирования для решения инженерных задач в металлургии.</p> <p>Метод множителей Лагранжа. Ограничения в виде равенств. Примеры использования метод множителей Лагранжа для решения инженерных задач в металлургической теплотехнике. Решение задачи оптимального распределения потоков сырья, топлива между параллельно работающими агрегатами.</p>
--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

### **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ»**

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

1. Математическое моделирование металлургических процессов в АСУ ТП: учебное пособие / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев [и др.]; под ред. Н.А. Спирина. Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры направления 150400 «Металлургия».- – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 558 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/27839>; портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13079>; библиотека кафедры (20 экз.).
2. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки / Н.А. Спиринов, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев [и др.]; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 456 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://hdl.handle.net/10995/39973>; библиотека кафедры (20 экз.).

#### **Печатные издания**

1. Моделирование систем: учебник для студентов вузов / С.И. Дворецкий, Ю.Л. Муромцев, В.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе. – М.: Академия, 2009. – 320 с. (21 экз.).

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

- <http://www.journals.cambridge.org> — база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, Cambridge University Press
- <http://search.ebscohost.com> – база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing
- <http://apps.webofknowledge.com> — база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters.

#### **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://library.urfu.ru> – сайт зональной научной библиотеки УрФУ, портал мультимедийных ресурсов;

<http://elibrary.ru> – E-Library, научная электронная библиотека

## 2. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ В МЕТАЛЛУРГИИ

#### 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
	Лекции; Лабораторные занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов;	г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 10, Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная мебель на 24 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул). Компьютер LINKHome 312 -16 ш. Монитор АОС 21.5” E2270SWDN(/01) 5msDVI 1920x1080-16 шт. Проектор. Epson EH-TW610 МФУ лазерное. Kyocera ECOSYSM2835dw Доска учебная. Интерактивная доска Classic Solution Dual Touch V 102. Коммутатор D-Link DES-1212D/E. Кондиционер LG LS-K 1860HL. Кондиционер LG LS-K 2460HL.	"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ; ; Компас - 3D, версия 15 - лицензия ЧЦ-14-00124 от 04.06.2014 - бессрочно; SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM - лицензия № L010413-80M от 13.02.2014; PTC Mathcad Education - University Edition договор 43-12 199-2013 от 23.04.2013; Matlab R2015a + Simulink от 31.07.2014; Qform 2D/3Dx32 - лицензия № 34-2012-KB от 06.03.12; Visual Studio договор 43-12/1670-2017 от 01.12.2017; Autodesk AutoCAD16 - бесплатная образовательная лицензия на 3 года.

	<p>Лекции; Лабораторные занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов;</p>	<p>г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 74, Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная мебель на 50 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул) Доска учебная меловая. Epson EB-X9LCD 2500lm Экран Projecta Rro RroSCREEN 213*280 Компьютер i5-3470 Кондиционер LG</p>	<p>"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ;</p>
--	--	---	---

**РАЗДЕЛ 2. ПРОГРАММЫ МОДУЛЯ  
ОСНОВЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ 2  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА**

**1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ 2  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА**

**1.1. Технологии обучения, используемые при изучении дисциплины модуля**

- Традиционная (репродуктивная) технология;
- Смешанное обучение с использованием онлайн-курса;
- Исключительно электронное обучение с использованием онлайн-курса.

**1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Таблица 1.2

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>
ПК 18 – Способен выполнять отдельные этапы научно-исследовательских и экспериментальных работ при осуществлении пирометаллургических процессов в процессе получения и обработки черных и цветных металлов	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные закономерности процессов генерации и переноса теплоты, движения жидкости и газов применительно к технологическим агрегатам черной и цветной металлургии;</li> <li>– основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к технологическим процессам, агрегатам и оборудованию переработки (обогащения) минерального сырья, производства и обработки черных и цветных металлов;</li> <li>– методы и этапы исследования моделей систем.</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений технологических процессов;</li> <li>– применять методы анализа и обработки экспериментальных данных;</li> <li>– осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений технологических процессов</li> </ul> <p><b>Иметь опыт/Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами анализа технологических процессов получения и обработки черных и цветных металлов и их влияния на качество получаемых изделий;</li> <li>– методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области производства и обработки черных и цветных металлов</li> </ul>

### 1.3. Содержание дисциплины

Таблица 1.3

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Эксперимент как предмет исследования	Анализ понятия “эксперимент”. Инженерный эксперимент как метод исследования. Классификация видов экспериментальных исследований. Качественный и количественный эксперимент. Лабораторный и промышленный эксперимент. Особенности их организации и проведения. Активный и пассивный эксперимент. Области их применения и использования. Основные этапы проведения экспериментов.
P2	Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики	Случайное событие. Случайная величина. Дискретная случайная величина. Непрерывная случайная величина. Вероятность события. Распределение случайной величины. Функция распределения. Плотность распределения. Параметры распределения. Математическое ожидание. Мода. Медиана. Дисперсия случайной величины. Среднее квадратичное отклонение. Квантиль. Центральная предельная теорема математической статистики. Свойства нормального закона распределения, его параметры. Центрированная, нормированная, приведенная случайная величина. Стандартная функция распределения. Функция Лапласа. Определение вероятности отклонения случайной величины от математического ожидания. Правило «трех сигм».
P3	Предварительная обработка экспериментальных данных	Наблюдаемая единица. Результат наблюдения. Генеральная совокупность. Выборка. Объем выборки. Оценивание. Оценка. Состоятельная оценка. Несмещенная оценка. Эффективная оценка. Понятие точечного оценивания. Точечное оценки основных параметров нормального закона распределения. Выборочное среднее арифметическое значение. Выборочная дисперсия. Выборочное среднее квадратичное отклонение. выборочный коэффициент вариации. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Оценивание с помощью доверительного интервала. Построение доверительного интервала для математического ожидания при большом числе измерений. Построение доверительного интервала для математического ожидания при малом числе измерений. Распределение Стьюдента. Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания. Построение доверительного интервала для дисперсии. Распределение Пирсона. Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для

		<p>математического ожидания. Статистическая гипотеза. Нулевая гипотеза. Альтернативные гипотезы. Статистический критерий. Критерий согласия. Ошибки первого и второго рода. Уровень значимости <math>\alpha</math>. Критическая область. Методология проверки правильности статистических гипотез и использование их для решения инженерных задач. Использование статистических гипотез для отсева грубых погрешностей. Критерий Н.В. Смирнова. Критерий Диксона. Использование статистических гипотез для сравнения двух дисперсий. Распределение Фишера. Использование статистических гипотез для проверки однородности нескольких дисперсий. Сравнения неизвестного математического ожидания, для которого получена его оценка с конкретным его числовым значением. Сравнение двух неизвестных математических ожиданий для случая, когда исследуемые выборки независимы между собой. Сравнения двух неизвестных математических ожиданий для случая, когда исследуемые выборки зависимы между собой. Построение распределения по экспериментальным данным. Использование статистических гипотез для проверки гипотез о виде функции распределения. Критерии согласия Пирсона, Колмогорова–Смирнова. Преобразование распределений к нормальному.</p>
<p><b>P4</b></p>	<p>Анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости</p>	<p>Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Функциональные связи. Стохастические связи. Форма связи. Теснота связи. Задачи корреляционного анализа. Задачи регрессионного анализа. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Интерполирование. Метод наименьших квадратов. Выборочное корреляционное отношение, его свойства и физический смысл. Линейная регрессия от одного фактора. Выборочный коэффициент парной корреляции, его физический смысл, свойства область применимости. Определения значимости и доверительного интервала коэффициента парной корреляции. Используемые допущения. Проверка адекватности модели с использованием статистических гипотез. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Постановка задачи. Линейная множественная регрессия. Оценки тесноты связи. Частные коэффициенты корреляции. Коэффициент множественной корреляции. Значимость коэффициента множественной корреляции. Нелинейная регрессия. Метод выравнивая нелинейных зависимостей.</p>
<p><b>P5</b></p>	<p>Методы планирования экспериментов. Логические основы</p>	<p>Основные определения и понятия. Общая последовательность проведения активного эксперимента. Пример хорошего и плохого эксперимента. Планы первого порядка. Планы второго порядка. Планы первого порядка. Постановка задачи. Выбор основных факторов и их уровней. Планирование эксперимента. полный факторный эксперимент (ПФЭ). Насыщенный план.</p>

		Свойства симметричности, нормирования и ортогональности. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Ротатабельный план. Статистический анализ результатов эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Постановка задачи. Понятие дробного факторного эксперимента (ДФЭ), методика его составления. Генерирующие соотношения. Определяющий контраст. Планы второго порядка. Композиционный план второго порядка. Композиционный план второго порядка. Методика его составления. Статистический анализ результатов. Ротатабельные планы второго порядка. Методика составления ротатабельного плана второго порядка.
--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации.

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА**

### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Спири́н Н.А., Лавров В.В., Зайнуллин Л.А., Бондин А.Р., Бурыкин А.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области металлургии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программам бакалавриата 22.03.02 и магистратуры 22.04.02 направления «Металлургия». / Под общей редакцией ред. Н.А.Спирина. – Екатеринбург: ООО «УИНЦ». 2015. – 289 с. Электронный научный архив УрФУ: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/39965>; библиотека кафедры (20 экз.).

2 Мельниченко А.С. Статистический анализ в металлургии и материаловедении: Учебник для металлургических специальностей вузов. – М.: Издательский дом МИСИС, 2009. – 268 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2066](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2066).

### **Печатные издания**

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. 12 –е изд. –М.: Высшее образование, 2006. – 479 с. 12-е изд. — Москва : Юрайт, 2013 .— 479 с. : ил. — (Бакалавр. Базовый курс) (98 экз.).

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

<http://www.journals.cambridge.org> — база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, Cambridge University Press

<http://search.ebscohost.com> — база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing

<http://apps.webofknowledge.com> — база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters.

### **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://library.urfu.ru> — сайт зональной научной библиотеки УрФУ, портал

мультимедийных ресурсов:

<http://elibrary.ru> – E-Library, научная электронная библиотека

## 2 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 2

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

**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
	Лекции; Практические занятия; Лабораторные занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов;	г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 74, Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная мебель на 50 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул) Доска учебная меловая. Epson EB-X9LCD 2500lm Экран Projecta Rro RroSCREEN 213*280 Компьютер i5-3470 Кондиционер LG	"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ;
	Лекции; Практические занятия; Лабораторные занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов;	г. Краснотурьинск, ул. Ленина, д. 41, ауд. 10, Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная мебель на 24 рабочих мест. Рабочее место преподавателя (стол, стул). Компьютер LINKHome 312 -16 ш. Монитор AOC 21.5" E2270SWDN(/01) 5msDVI 1920x1080-16 шт. Проектор. Epson EH-TW610 МФУ лазерное. Kyocera ECOSYSM2835dw Доска учебная. Интерактивная доска Classic Solution Dual Touch V 102. Коммутатор D-Link DES-1212D/E. Кондиционер LG LS-K 1860HL. Кондиционер LG LS-K 2460HL.	"Операционная система Windows 7 – корпоративная лицензия, срок действия - б/с; Браузер Google Chrome – свободное ПО; MS Office 2013 – корпоративная лицензия, срок действия – б/с. Mozilla Firefox – свободное ПО; 7-Zip – свободное ПО; Adobe Reader XI – свободное ПО; Nitro Pro 8; StarBoard Software 9.4; Microsoft Project профессиональный; LiteManager Pro – Server: ДИТ; ; Компас - 3D, версия 15 - лицензия ЧЦ-14-00124 от 04.06.2014 - бессрочно; SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM - лицензия № L010413-80M от 13.02.2014; PTC Mathcad Education - University Edition договор 43-12 199-2013 от 23.04.2013; Matlab R2015a + Simulink от 31.07.2014; Qform 2D/3Dx32 - лицензия № 34-2012-KB от 06.03.12; Visual Studio договор 43-12/1670-2017 от 01.12.2017; Autodesk AutoCAD16 - бесплатная образовательная лицензия на 3 года.