

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.05.2023 17:25:04

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Планирование научного эксперимента

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 5

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*кфмн, доц., Могильников П.С.*

Рабочая программа

**Планирование научного эксперимента**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2015 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины - формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также научить основам теоретических знаний в вопросах метрологии, оценки ошибок измерений, планирования и организации эксперимента, статистического анализа, построение математических моделей оптимизации технологических процессов.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Введение в квантовую механику	
2.1.2	Кристаллография	
2.1.3	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.4	Методы математической физики	
2.1.5	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.6	Основы квантовой механики	
2.1.7	Практическая кристаллография	
2.1.8	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.9	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.10	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.11	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.12	Физика	
2.1.13	Физическая химия	
2.1.14	Электротехника	
2.1.15	Математика	
2.1.16	Органическая химия	
2.1.17	Информатика	
2.1.18	Химия	
2.1.19	Инженерная и компьютерная графика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.2.2	Защита интеллектуальной собственности и патентование	
2.2.3	Коррозия и защита металлов	
2.2.4	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.2.5	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.2.6	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.2.7	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.2.8	Научно-исследовательская работа	
2.2.9	Научно-исследовательская работа	
2.2.10	Научно-исследовательская работа	
2.2.11	Научно-исследовательская работа	
2.2.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.13	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.15	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.16	Разработка новых материалов	
2.2.17	Технология функциональных материалов	
2.2.18	Физика диэлектриков	
2.2.19	Физика металлов	
2.2.20	Атомное строение фаз	
2.2.21	Биохимия наноматериалов	
2.2.22	Инженерия поверхности	
2.2.23	Квантовая и оптическая электроника	

2.2.24	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур
2.2.25	Методы получения наночастиц и наноматериалов
2.2.26	Мехатроника
2.2.27	Наноструктурные термоэлектрики
2.2.28	Основы компьютерной металлографии
2.2.29	Основы магнетизма. Часть 1. Физика магнетизма
2.2.30	Основы физики поверхности
2.2.31	Термодинамика и кинетика аморфизирующихся систем
2.2.32	Физика и техника высоких давлений, фазовые превращения в углероде и нитриде бора
2.2.33	Физика полупроводниковых приборов
2.2.34	Физика прочности
2.2.35	Физико-химия металлов и неметаллических материалов
2.2.36	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ
2.2.37	Высокотемпературные материалы
2.2.38	Композиционные и керамические материалы
2.2.39	Композиционные материалы
2.2.40	Компьютерное моделирование материалов и процессов
2.2.41	Компьютерное моделирование процессов получения материалов
2.2.42	Математические методы моделирования физических процессов
2.2.43	Металловедение сварки
2.2.44	Методы исследования структур и материалов. Часть 2
2.2.45	Наноматериалы
2.2.46	Объемные наноматериалы
2.2.47	Основы магнетизма. Часть 2. Процессы перемагничивания материалов
2.2.48	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.2.49	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.50	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.51	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.52	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.53	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.54	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.55	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.56	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.57	Спектрофотометрические методы оценки качества кристаллов
2.2.58	Специальные сплавы
2.2.59	Структура и свойства функциональных наноматериалов
2.2.60	Технология термической обработки
2.2.61	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.62	Функциональные материалы электроники
2.2.63	Экстремальные технологии получения наноматериалов

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований**

**Знать:**

ПК-1-31 современные методы математического планирования и организации эксперимента в материаловедении

ПК-1-32 естественнонаучные и другие фундаментальные науки в профессиональной деятельности.

**ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания**

**Знать:**

ОПК-1-31 - современные методы математического планирования и организации эксперимента в материаловедении;

**ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований**

<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 использовать основные положения и критерии статистической обработки результатов эксперимента для оценки значимости и адекватности математических моделей эксперимента.
<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 - использовать планирование эксперимента, статистические методы анализа моделей технологических процессов;
ОПК-1-У2 - использовать основные положения и критерии статистической обработки результатов эксперимента для оценки значимости и адекватности математических моделей эксперимента.
<b>ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 прочитанным материалом и полученными знаниями, для проведения под руководством научно-исследовательских работ и (или) опытно-конструкторских разработок в области материаловедения и технологии материалов
<b>ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 - прочитанным материалом и полученными знаниями;

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Раздел 1. Введение в планирование эксперимента.</b>							
1.1	Параметры оптимизации и требования предъявляемые к ним. /Пр/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-В1	Л1.5 Л1.1Л3.1		КМ1,К М4	Р1
1.2	Факторы и требования к ним. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.5 Л1.1Л3.1		КМ1,К М4	Р2
1.3	Выбор модели эксперимента. Расчет коэффициента модели. Принятие решения перед планированием. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.5 Л1.1Л2.2		КМ1,К М4	Р3
1.4	Типы ошибок. Определение связи систематической и случайной ошибок. /Лек/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.5 Л1.1Л2.4		КМ4	Р4
1.5	Планирование эксперимента и его задачи. Математическая модель исследуемой системы. /Ср/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.5 Л1.1Л2.4		КМ4	Р5
1.6	Параметры оптимизации и требования предъявляемые к ним. Типы ошибок. Определение связи систематической и случайной ошибок. /Ср/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.5 Л1.1Л3.1		КМ4	Р4,Р5
1.7	Подготовка к контрольной работе №1 по тематике Раздела 1. /Ср/	5	5	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-1-В1	Л1.5 Л1.1Л3.1 Э1 Э2		КМ1,К М5	Р5
1.8	Планирование эксперимента и его задачи. Математическая модель исследуемой системы /Пр/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л3.1 Л1.4		КМ1	
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Проверка статистических гипотез.</b>							

2.1	Виды гипотез. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез. Статистический анализ модели. /Пр/	5	4	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л1.5 Л1.1 Э1 Э2		КМ2	Р6
2.2	Статистические критерии. Виды критериев, согласия и области их применения. /Пр/	5	2	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.2Л1.5 Л2.2 Л1.1		КМ2	Р7
2.3	Дисперсионная модель исследуемой системы. /Пр/	5	2	ОПК-1-У2	Л1.1Л2.4		КМ2	Р8
2.4	Вероятность случайного события. Вероятность оценки ошибок. /Лек/	5	2	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.1Л3.1		КМ2,К М4	
2.5	Определение средней квадратичной и ошибок. Нахождения коэффициента вероятности. /Лек/	5	2	ОПК-1-У2 ПК -1-У1	Л1.1 Л1.2Л1.1		КМ2,К М4	
2.6	Закон сложения случайных ошибок. Определение доверительного интервала и доверительной вероятности. /Лек/	5	2	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.3Л2.4		КМ2,К М4	
2.7	Обнаружение промахов. Нахождение числа необходимых измерений. /Лек/	5	2	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.4Л3.1		КМ2,К М4	
2.8	Виды гипотез. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез. Статистический анализ модели. /Ср/	5	3	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.3Л2.2		КМ4	Р9
2.9	Статистические критерии. Виды критериев, согласия и области их применения. Дисперсионная модель исследуемой системы. /Ср/	5	3	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.3Л2.4		КМ4	Р10
2.10	Подготовка к контрольной работе по тематике Раздела 2. /Ср/	5	10	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК- 1-У1	Л1.2 Л1.3Л1.5 Э1 Э2		КМ4,К М5	
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Основные типы планов эксперимента, способы их построения.</b>							
3.1	План эксперимента. Матрица планирования. /Пр/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2		КМ3,К М4	Р12
3.2	Линейные факторные планы типа 2п. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). /Пр/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л3.1		КМ3,К М4	Р13
3.3	Дробные реплики от матрицы ПФЭ «Насыщенные линейные планы». /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.5 Л1.1Л3.1		КМ3,К М4	Р14
3.4	Выбор ¼ реплик в ДФЭ-2п Обобщающий определяющий контраст. /Пр/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л3.1		КМ3,К М4	Р15
3.5	Планы второго порядка типа 3п. /Пр/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1		КМ3,К М4	Р16
3.6	Центральные композиционные планы второго порядка. /Пр/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1		КМ3,К М4	Р17

3.7	Планирование эксперимента на диаграммах состав-свойство. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1		КМ3,К М4	Р18
3.8	Построение полного факторного эксперимента и математической модели эксперимента. /Лек/	5	2	ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л2.2		КМ3,К М4	
3.9	ПФЭ: оптимизация режимов двухступенчатого старения эливарного сплава. /Лек/	5	1	ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ3,К М4	
3.10	ПФЭ: оптимизация свойств сплавов: определение химического состава сплава с оптимальными упругими свойствами. /Лек/	5	2	ОПК-1-В1 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ3,К М4	
3.11	Дробный факторный эксперимент 3 4/9 при оптимизации термической обработки пружинных сплавов. /Лек/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.3Л2.2		КМ3,К М4	
3.12	План эксперимента. Матрица планирования. /Ср/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4		КМ4	Р19
3.13	Линейные факторные планы типа 2n Полный факторный эксперимент (ПФЭ). /Ср/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4		КМ4	Р20
3.14	Дробные реплики от матрицы ПФЭ «Насыщенные линейные планы». /Ср/	5	4	ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4		КМ4	Р21
3.15	Выбор ¼ реплик в ДФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст. /Ср/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4		КМ4	Р22
3.16	Планы второго порядка типа 3n. /Ср/	5	2	ОПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4		КМ4	Р23
3.17	Подготовка к контрольной работе №3 по тематике Раздела 3. /Ср/	5	5	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-1-У1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Э1 Э2		КМ5	Р24
3.18	Подготовка домашнего задания «Оптимизация термообработки сплава ВУС-22 методом математического планирования эксперимента» /Ср/	5	15	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4 Э1 Э2		КМ4,К М5	Р25

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	----------------------------	--	------------------------

КМ1	Контрольная работа 1 по разделу 1 (тема "Введение в планирование эксперимента")	ОПК-1-31;ОПК-1-В1	<p>Вид плана эксперимента для построения линейной модели изменения функции отклика. Нахождение коэффициентов модели. Что происходит в случае нелинейной модели? Эталон как основа измерения. Промахи, их устранения. Определение определяющей ошибки (систематическая, случайная).</p> <p>Нормальное распределение ошибок, формула Гаусса.</p> <p>Доверительный интервал. Влияние надежности на доверительный интервал. Законы сложения ошибок.</p>
КМ2	Контрольная работа 2 по разделу 2 (тема "Проверка статистических гипотез")	ОПК-1-У2;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1	<p>Статистический анализ модели. Виды ошибок эксперимента. Как сверяют измерительные приборы (средства измерения).</p> <p>Статистический анализ модели. Проверка модели на адекватность, критерий Фишера, значимость коэффициентов модели.</p> <p>Взаимодействие факторов, число степеней свободы, когда используется число степеней свободы.</p>
КМ3	Контрольная работа 3 по разделу 3 (тема "Основные типы планов эксперимента, способы их построения")	ОПК-1-В1;ПК-1-У1	<p>Дисперсия адекватности, условие адекватности модели. пути получения адекватной модели.</p> <p>Полный факторный эксперимент. Свойства матрицы планирования, свойства совокупности столбцов матрицы.</p> <p>Дробный факторный эксперимент, его цели. Примеры полуреплик.</p> <p>Эталоны, определение, структура, виды эталонов. Требования к эталонам. Примеры пирамиды эталонов массы.</p> <p>Эталоны как стандартные образца состава и свойств материалов. Примеры.</p>
КМ4	Домашнее задание обобщающее все разделы (тема "Оптимизация термообработки сплава ВУС-22 методом математического планирования эксперимента")	ОПК-1-31;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1	<p>Вид плана эксперимента для построения линейной модели изменения функции отклика. Нахождение коэффициентов модели. Что происходит в случае нелинейной модели? Эталон как основа измерения. Промахи, их устранения. Определение определяющей ошибки (систематическая, случайная).</p> <p>Нормальное распределение ошибок, формула Гаусса.</p> <p>Доверительный интервал. Влияние надежности на доверительный интервал. Законы сложения ошибок.</p> <p>Статистический анализ модели. Виды ошибок эксперимента. Как сверяют измерительные приборы (средства измерения).</p> <p>Статистический анализ модели. Проверка модели на адекватность, критерий Фишера, значимость коэффициентов модели.</p> <p>Взаимодействие факторов, число степеней свободы, когда используется число степеней свободы.</p> <p>Дисперсия адекватности, условие адекватности модели. пути получения адекватной модели.</p> <p>Полный факторный эксперимент. Свойства матрицы планирования, свойства совокупности столбцов матрицы.</p> <p>Дробный факторный эксперимент, его цели. Примеры полуреплик.</p> <p>Эталоны, определение, структура, виды эталонов. Требования к эталонам. Примеры пирамиды эталонов массы.</p> <p>Эталоны как стандартные образца состава и свойств материалов. Примеры.</p> <p>Сертификат на стандартные образцы. Как его получить?</p> <p>Основы передач единиц физических величин (ЕФВ).</p> <p>Воспроизведение ЕФВ.</p> <p>Хранение единиц измерения.</p> <p>Средство измерений.</p> <p>Передача ЕФВ.</p> <p>Поверка средств измерения, ее цель. Виды поверок, методы поверки.</p>

КМ5	Итоговая работа по курсу	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	<p>Вид плана эксперимента для построения линейной модели изменения функции отклика. Нахождение коэффициентов модели. Что происходит в случае нелинейной модели? Эталон как основа измерения. Промахи, их устранения. Определение определяющей ошибки (систематическая, случайная).</p> <p>Нормальное распределение ошибок, формула Гаусса.</p> <p>Доверительный интервал. Влияние надежности на доверительный интервал. Законы сложения ошибок.</p> <p>Статистический анализ модели. Виды ошибок эксперимента. Как сверяют измерительные приборы (средства измерения).</p> <p>Статистический анализ модели. Проверка модели на адекватность, критерий Фишера, значимость коэффициентов модели.</p> <p>Взаимодействие факторов, число степеней свободы, когда используется число степеней свободы.</p> <p>Дисперсия адекватности, условие адекватности модели. пути получения адекватной модели.</p> <p>Полный факторный эксперимент. Свойства матрицы планирования, свойства совокупности столбцов матрицы.</p> <p>Дробный факторный эксперимент, его цели. Примеры полуреплик.</p> <p>Эталоны, определение, структура, виды эталонов. Требования к эталонам. Примеры пирамиды эталонов массы.</p> <p>Эталоны как стандартные образца состава и свойств материалов. Примеры.</p> <p>Сертификат на стандартные образцы. Как его получить?</p> <p>Основы передач единиц физических величин (ЕФВ).</p> <p>Воспроизведение ЕФВ.</p> <p>Хранение единиц измерения.</p> <p>Средство измерений.</p> <p>Передача ЕФВ.</p> <p>Поверка средств измерения, ее цель. Виды проверок, методы поверки.</p>
-----	--------------------------	-------------------------------------	---

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Практическое занятие. Параметры оптимизации и требования предъявляемые к ним.	ОПК-1-31;ОПК-1-В1	Параметры оптимизации и требования предъявляемые к ним.
Р2	Практическое занятие. Факторы и требования к ним.	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Факторы и требования к ним.
Р3	Самостоятельная работа. Планирование эксперимента и его задачи. Математическая модель исследуемой системы.	ОПК-1-У1;ОПК-1-31	Планирование эксперимента и его задачи. Математическая модель исследуемой системы.
Р4	Самостоятельная работа. Параметры оптимизации и требования предъявляемые к ним. Типы ошибок. Определение связи систематической и случайной ошибок.	ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Параметры оптимизации и требования предъявляемые к ним. Типы ошибок. Определение связи систематической и случайной ошибок.

P5	Самостоятельная работа. Подготовка к контрольной работе №1 по тематике Раздела 1 Введение в планирование эксперимента	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ПК-1-В1	Подготовка к контрольной работе №1 по тематике Раздела 1 Введение в планирование эксперимента
P6	Практическое занятие. Виды гипотез. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез. Статистический анализ модели	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Виды гипотез. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез. Статистический анализ модели
P7	Практическое занятие. Статистические критерии. Виды критериев, согласия и области их применения.	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Статистические критерии. Виды критериев, согласия и области их применения.
P8	Практическое занятие. Дисперсионная модель исследуемой системы.	ОПК-1-У2	Дисперсионная модель исследуемой системы.
P9	Самостоятельная работа. Виды гипотез. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез. Статистический анализ модели.	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Виды гипотез. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез. Статистический анализ модели.
P10	Самостоятельная работа. Статистические критерии. Виды критериев, согласия и области их применения. Дисперсионная модель исследуемой системы	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Статистические критерии. Виды критериев, согласия и области их применения. Дисперсионная модель исследуемой системы
P11	Самостоятельная работа. Подготовка к контрольной работе по тематике Раздела 2 Проверка статистических гипотез	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-У1	Подготовка к контрольной работе по тематике Раздела 2 Проверка статистических гипотез
P12	Практическое занятие. План эксперимента. Матрица планирования	ОПК-1-В1	План эксперимента. Матрица планирования

P13	Практическое занятие. Линейные факторные планы типа 2n. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).	ОПК-1-В1	Линейные факторные планы типа 2n. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).
P14	Практическое занятие. Дробные реплики от матрицы ПФЭ «Насыщенные линейные планы».	ОПК-1-В1;ОПК-1-У1	Дробные реплики от матрицы ПФЭ «Насыщенные линейные планы».
P15	Практическое занятие. Выбор $\frac{1}{4}$ реплик в ДФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст.	ОПК-1-В1	Выбор $\frac{1}{4}$ реплик в ДФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст.
P16	Практическое занятие. Планы второго порядка типа 3n.	ОПК-1-В1	Планы второго порядка типа 3n.
P17	Практическое занятие. Центральные композиционные планы второго порядка	ОПК-1-В1	Центральные композиционные планы второго порядка
P18	Практическое занятие. Планирование эксперимента на диаграммах состав- свойство.	ОПК-1-В1;ОПК-1-У2;ОПК-1-31	Планирование эксперимента на диаграммах состав- свойство.
P19	Самостоятельная работа. План эксперимента. Матрица планирования.	ОПК-1-В1;ОПК-1-У2	План эксперимента. Матрица планирования.
P20	Самостоятельная работа. Линейные факторные планы типа 2n Полный факторный эксперимент (ПФЭ).	ОПК-1-В1	Линейные факторные планы типа 2n Полный факторный эксперимент (ПФЭ).
P21	Самостоятельная работа. Дробные реплики от матрицы ПФЭ «Насыщенные линейные планы».	ОПК-1-В1	Дробные реплики от матрицы ПФЭ «Насыщенные линейные планы».
P22	Самостоятельная работа. Выбор $\frac{1}{4}$ реплик в ДФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст.	ОПК-1-В1	Выбор $\frac{1}{4}$ реплик в ДФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст.
P23	Самостоятельная работа. Планы второго порядка типа 3n.	ОПК-1-В1	Планы второго порядка типа 3n.

P24	Самостоятельная работа. Подготовка к контрольной работе №3 по тематике Раздела 3 Основные типы планов эксперимента, способы их построения.	ОПК-1-В1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У1;ОПК-1-31;ПК-1-У1	Подготовка к контрольной работе №3 по тематике Раздела 3 Основные типы планов эксперимента, способы их построения.
P25	Самостоятельная работа. Подготовка домашнего задания «Оптимизация термообработки сплава ВУС- 22 методом математического планирования эксперимента»	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Подготовка домашнего задания «Оптимизация термообработки сплава ВУС- 22 методом математического планирования эксперимента»

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен по курсу не предусмотрен.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

По курсу предусмотрен зачет с оценкой. Зачет с оценкой проставляется на основе оценок текущего контроля (трех контрольных работ и по домашнему заданию).

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» – обучающийся не явился на контрольные мероприятия в семестре.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Зайдель А. Н.	Элементарные оценки ошибок измерений	Электронная библиотека	Ленинград: Наука, 1968
Л1.2	Бермант А. Ф., Араманович И. Г.	Краткий курс математического анализа: учебник для вузов	Библиотека МИСиС	СПб.: Лань, 2006
Л1.3	Карасев В. А., Богданов С. Н., Левшина Г. Д.	Теория вероятностей и математическая статистика. Разд. 2. Математическая статистика: учеб.-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.4	Карасев В. А., Богданов С. Н.	Теория вероятностей и математическая статистика: Разд.1: Теория вероятностей: Учебно-метод. пособие для студ. спец. 110200, 110500, 110600, 110800, 090300, 170300, 072000	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Порсев Е. Г.	Организация и планирование экспериментов: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010
Л2.2	Шпаков П. С., Попов В. Н.	Статистическая обработка экспериментальных данных: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2003
Л2.3	Адлер Ю. П.	Введение в планирование эксперимента	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1969
Л2.4	Кашапов И. А., Кашапова Ф. Р.	Организация эксперимента: Разд.: Математическая статистика, статистическая обработка данных: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 010200, 220200, 071900, 120900	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Лопатин В. Ю.	Математическое планирование эксперимента: Ч.1: Выбор факторов и параметра оптимизации. Планы первого порядка: Курс лекций для студ. спец. 1108	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Scopus	<a href="https://www.scopus.com/home.uri">https://www.scopus.com/home.uri</a>
Э2	eLIBRARY	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.3	ESET NOD32 Antivirus
П.4	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.5	LMS Canvas
П.6	MS Teams

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.7	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.8	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-413	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
-------	-------------------	--

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов планирования и оптимизации результата научного эксперимента.

Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам курса планирования и оптимизации результата научного эксперимента. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение практических занятий с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении практических занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.