

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:45

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

Квалификация

Инженер-исследователь

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 19			
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 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физического материаловедения

Протокол от 29.06.2023 г., №11-06

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.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
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	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.6	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.7	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.8	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.9	Физика	
2.1.10	Физическая химия	
2.1.11	Электротехника	
2.1.12	Математика	
2.1.13	Органическая химия	
2.1.14	Химия	
2.1.15	Аналитическая геометрия	
2.1.16	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
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	Разработка новых материалов	
2.2.9	Физика диэлектриков	
2.2.10	Физика металлов	
2.2.11	Атомное строение фаз	
2.2.12	Биохимия наноматериалов	
2.2.13	Инженерия поверхности	
2.2.14	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.2.15	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.2.16	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.2.17	Наноматериалы	
2.2.18	Научно-исследовательская работа	
2.2.19	Научно-исследовательская работа	
2.2.20	Научно-исследовательская работа	
2.2.21	Научно-исследовательская работа	
2.2.22	Сверхтвердые материалы	
2.2.23	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.2.24	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.2.25	Физика магнитных явлений	
2.2.26	Физика полупроводниковых приборов	

2.2.27	Физика прочности
2.2.28	Физика прочности и механические свойства материалов
2.2.29	Физико-химия металлов и неметаллических материалов
2.2.30	Физические основы деформации и разрушения
2.2.31	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ
2.2.32	Композиционные материалы
2.2.33	Конструирование композиционных материалов
2.2.34	Методы исследования структур и материалов. Часть 2
2.2.35	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.2.36	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.37	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.38	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.39	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.40	Специальные сплавы
2.2.41	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы
2.2.42	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.43	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы
2.2.44	Биофизика
2.2.45	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы
2.2.46	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве
2.2.47	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.48	Методы исследования характеристик и свойств материалов
2.2.49	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники
2.2.50	Метрология и испытания функциональных материалов
2.2.51	Основы научно-технического перевода
2.2.52	Практика научно-технического перевода и редактирования
2.2.53	Тензорные методы в кристаллофизике
2.2.54	Технология получения кристаллов
2.2.55	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов
2.2.56	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований
2.2.57	Функциональные наноматериалы
2.2.58	Химия и технология полимерных материалов
2.2.59	Биоорганическая химия
2.2.60	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.61	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.62	Квантовая теория твердого тела
2.2.63	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.64	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.65	Методы непараметрической статистики
2.2.66	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.67	Объемные наноматериалы
2.2.68	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.69	Структура и технологичность сплавов
2.2.70	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.71	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.72	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.73	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.74	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.75	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.76	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.77	Менеджмент качества
2.2.78	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.79	Металловедение высокопрочных сплавов

2.2.80	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.81	Методология научных исследований
2.2.82	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.83	Основы клеточной биологии
2.2.84	Оформление результатов научной деятельности
2.2.85	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.86	Симметрия наносистем
2.2.87	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.88	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.89	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.90	Управление коллективами
2.2.91	Управление проектами
2.2.92	Химические основы биологических процессов
2.2.93	Цифровое материаловедение
2.2.94	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.95	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.96	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.97	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.98	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.99	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.100	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.101	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.102	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемому и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-31 основные методы обработки и анализа технической информации при планировании научного эксперимента

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 к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемому и проведенным исследованиям

Уметь:

ПК-1-У1 использовать основные положения и критерии статистической обработки результатов эксперимента для оценки значимости и адекватности математических моделей эксперимента.

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

Уметь:

ОПК-1-У1 - использовать планирование эксперимента, статистические методы анализа моделей технологических процессов;

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемому и проведенным исследованиям

Владеть:

ПК-1-В1 навыком обработки и анализа результатов исследования

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

Владеть:

ОПК-1-В1 - навыком планирования научного эксперимента

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
	Раздел 1. Раздел 1. Введение в планирование эксперимента.							
1.1	Параметры оптимизации и требования предъявляемые к ним. /Пр/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-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 ПК-1-31	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-В1 ПК-1-31	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 ПК-1-31	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 ПК-1-31	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 ОПК-1-В1 ПК-1-31	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-В1 ПК-1-31 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 ОПК-1-В1 ПК-1-31	Л3.1 Л1.4		КМ1	
	Раздел 2. Раздел 2. Проверка статистических гипотез.							
2.1	Виды гипотез. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез. Статистический анализ модели. /Пр/	5	4	ОПК-1-В1 ПК-1-31	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-В1 ПК-1-31	Л1.2Л1.5 Л2.2 Л1.1		КМ2	Р7
2.3	Дисперсионная модель исследуемой системы. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31	Л1.1Л2.4		КМ2	Р8
2.4	Вероятность случайного события. Вероятность оценки ошибок. /Лек/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31	Л1.1Л3.1		КМ2,К М4	

2.5	Определение средней квадратичной и ошибок. Нахождения коэффициента вероятности. /Лек/	5	2	ОПК-1-В1 ПК-1-31 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-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3Л2.4		КМ2,К М4	
2.7	Обнаружение промахов. Нахождение числа необходимых измерений. /Лек/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31	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-В1 ПК-1-31	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-В1 ПК-1-31	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-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3Л1.5 Э1 Э2		КМ4,К М5	
	Раздел 3. Раздел 3. Основные типы планов эксперимента, способы их построения.							
3.1	План эксперимента. Матрица планирования. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1 Э2		КМ3,К М4	Р12
3.2	Линейные факторные планы типа 2 ⁿ . Полный факторный эксперимент (ПФЭ). /Пр/	5	2	ОПК-1-В1 ПК-1-31	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 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.5 Л1.1Л3.1		КМ3,К М4	Р14
3.4	Выбор ¼ реплик в ДФЭ-2 ⁿ Обобщающий определяющий контраст. /Пр/	5	2	ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.3 Л1.4Л3.1		КМ3,К М4	Р15
3.5	Планы второго порядка типа 3 ⁿ . /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1		КМ3,К М4	Р16
3.6	Центральные композиционные планы второго порядка. /Пр/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31	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-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1		КМ3,К М4	Р18
3.8	Построение полного факторного эксперимента и математической модели эксперимента. /Лек/	5	2	ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-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 ПК-1-31 ПК-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-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	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 ПК-1-31	Л1.2 Л1.3Л2.2		КМ3,К М4	
3.12	План эксперимента. Матрица планирования. /Ср/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-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 ПК-1-31 ПК-1-У1	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 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4		КМ4	Р21
3.15	Выбор ¼ реплик в ПФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст. /Ср/	5	2	ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4		КМ4	Р22
3.16	Планы второго порядка типа 3n. /Ср/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31	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-В1 ПК-1-31 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-В1 ПК-1-31 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;ПК-1-31	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). Нормальное распределение ошибок, формула Гаусса. Доверительный интервал. Влияние надежности на доверительный интервал. Законы сложения ошибок.
КМ2	Контрольная работа 2 по разделу 2 (тема "Проверка статистических гипотез")	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	Статистический анализ модели. Виды ошибок эксперимента. Как сверяют измерительные приборы (средства измерения). Статистический анализ модели. Проверка модели на адекватность, критерий Фишера, значимость коэффициентов модели. Взаимодействие факторов, число степеней свободы, когда используется число степеней свободы.

КМ3	Контрольная работа 3 по разделу 3 (тема "Основные типы планов эксперимента, способы их построения")	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	<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-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-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 контрольная работа по курсу	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-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
P1	Практическое занятие. Параметры оптимизации и требования предъявляемые к ним.	ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ПК-1-31	Параметры оптимизации и требования предъявляемые к ним.
P2	Практическое занятие. Факторы и требования к ним.	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	Факторы и требования к ним.
P3	Самостоятельная работа. Планирование эксперимента и его задачи. Математическая модель исследуемой системы.	ОПК-1-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ПК-1-31	Планирование эксперимента и его задачи. Математическая модель исследуемой системы.
P4	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-В1;ПК-1-31	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-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-31	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-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Статистические критерии. Виды критериев, согласия и области их применения.
P8	Практическое занятие. Дисперсионная модель исследуемой системы.	ОПК-1-31;ПК-1-31	Дисперсионная модель исследуемой системы.
P9	Самостоятельная работа. Виды гипотез. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез. Статистический анализ модели.	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31	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-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31	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-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	Подготовка к контрольной работе по тематике Раздела 2 Проверка статистических гипотез
P12	Практическое занятие. План эксперимента. Матрица планирования	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31	План эксперимента. Матрица планирования

P13	Практическое занятие. Линейные факторные планы типа 2n. Полный факторный эксперимент (ПФЭ).	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	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;ОПК-1-31;ПК-1-31	Дробные реплики от матрицы ПФЭ «Насыщенные линейные планы».
P15	Практическое занятие. Выбор ¼ реплик в ДФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст.	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	Выбор ¼ реплик в ДФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст.
P16	Практическое занятие. Планы второго порядка типа 3n.	ОПК-1-В1;ОПК-1-31	Планы второго порядка типа 3n.
P17	Практическое занятие. Центральные композиционные планы второго порядка	ОПК-1-В1;ОПК-1-31	Центральные композиционные планы второго порядка
P18	Практическое занятие. Планирование эксперимента на диаграммах состав- свойство.	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Планирование эксперимента на диаграммах состав- свойство.
P19	Самостоятельная работа. План эксперимента. Матрица планирования.	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-В1	План эксперимента. Матрица планирования.
P20	Самостоятельная работа. Линейные факторные планы типа 2n Полный факторный эксперимент (ПФЭ).	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	Линейные факторные планы типа 2n Полный факторный эксперимент (ПФЭ).
P21	Самостоятельная работа. Дробные реплики от матрицы ПФЭ «Насыщенные линейные планы».	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	Дробные реплики от матрицы ПФЭ «Насыщенные линейные планы».
P22	Самостоятельная работа. Выбор ¼ реплик в ДФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст.	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	Выбор ¼ реплик в ДФЭ-2n Обобщающий определяющий контраст.
P23	Самостоятельная работа. Планы второго порядка типа 3n.	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ПК-1-31	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-У1;ОПК-1-31;ПК-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-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1	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: монография	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 Владимир Анатольевич, Богданов С. Н., Лёвшина Галина Дмитриевна	Теория вероятностей и математическая статистика. Разд. 2. Математическая статистика: учеб.-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.4	Карасев Владимир Анатольевич, 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
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 Ильяс Анварович, Кашапова Фарида Рашитовна	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 Владимир Юрьевич	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	https://www.scopus.com/home.uri
Э2	eLIBRARY	http://elibrary.ru/

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 https://elibrary.ru/
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

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.