

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Организация и математическое планирование эксперимента

Закреплена за подразделением

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 5

аудиторные занятия

85

самостоятельная работа

59

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	59	59	59	59
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Лопатин Владимир Юрьевич

Рабочая программа

Организация и математическое планирование 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 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-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:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Протокол от 11.05.2023 г., №12

Руководитель подразделения Левашов Евгений Александрович, д.т.н., профессор

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цели освоения дисциплины - Формирование у студентов знаний, умений и навыков по планированию экспериментов в области материаловедения, рациональному их проведению, корректной статистической обработке результатов, а также поиску оптимума с точки зрения технологических параметров и эксплуатационных свойств материалов.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.09
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	ARTCAD	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Инжиниринг машин и агрегатов производства металлоизделий	
2.2.2	Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии	
2.2.3	Металлургия алюминия и магния	
2.2.4	Многокомпонентные диаграммы состояния	
2.2.5	Научно-исследовательская работа	
2.2.6	Научно-исследовательская работа	
2.2.7	Научно-исследовательская работа	
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	Научные основы нанесения покрытий	
2.2.13	Основы бизнеса в металлургии	
2.2.14	Основы электрометаллургического производства	
2.2.15	Производство стали в конвертерах	
2.2.16	Процессы формования и спекания металлических порошков	
2.2.17	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением	
2.2.18	Рециклинг металлов	
2.2.19	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента	
2.2.20	Технология литейного производства	
2.2.21	Физико-химические процессы в литейном производстве	
2.2.22	Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов	
2.2.23	Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД	
2.2.24	Конструирование литейной оснастки, раздел 1	
2.2.25	Металловедение, часть 1	
2.2.26	Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов	
2.2.27	Металлургия тяжелых цветных металлов	
2.2.28	Методы анализа структуры металлов и сплавов	
2.2.29	Метрология и измерительная техника	
2.2.30	Производство отливок из сплавов цветных металлов	
2.2.31	Современные методы производства сплошных и полых изделий	
2.2.32	Теория и технология производства стали в электропечах	
2.2.33	Теплотехника и экодизайн металлургических печей	
2.2.34	Технологии и оборудование для модификации поверхности	
2.2.35	Технология композиционных материалов	
2.2.36	Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях	
2.2.37	Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	
2.2.38	Информационные технологии управления металлургическими печами	
2.2.39	Конструирование литейной оснастки, раздел 2	
2.2.40	Логистика вторичных ресурсов	
2.2.41	Металловедение, часть 2	

2.2.42	Металлургия благородных металлов
2.2.43	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.44	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ
2.2.45	Модельное производство
2.2.46	Огнеупоры металлургического производства
2.2.47	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела
2.2.48	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.
2.2.49	Производство отливок из стали и чугуна
2.2.50	Производство тяжелых цветных металлов
2.2.51	Производство ферросплавов
2.2.52	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.53	Технологические линии и комплексы ОМД
2.2.54	Физико-механические свойства металлов
2.2.55	Химия окружающей среды
2.2.56	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.57	Защитные покрытия на металлопродукции
2.2.58	Информационные технологии в деформационной обработке металлов
2.2.59	Комплексное использование сырья и техногенных материалов
2.2.60	Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения
2.2.61	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов
2.2.62	Материаловедение неметаллических материалов
2.2.63	Методы исследования технологических процессов и оборудования
2.2.64	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов
2.2.65	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.66	Наилучшие доступные технологии в металлургии
2.2.67	Оборудование литейных цехов
2.2.68	Основы аддитивных технологий
2.2.69	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.2.70	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов
2.2.71	Производство благородных металлов
2.2.72	Производство легких металлов
2.2.73	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.2.74	Производство редких металлов
2.2.75	Производство слитков из сплавов цветных металлов
2.2.76	Современные методы исследования металлических материалов
2.2.77	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования
2.2.78	Специальные способы литья
2.2.79	Теория металлургических процессов
2.2.80	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем
2.2.81	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии
2.2.82	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.2.83	Технология композиционных материалов
2.2.84	Экология металлургического производства
2.2.85	Автоматизация машин и агрегатов ОМД
2.2.86	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов
2.2.87	Дизайн литого изделия
2.2.88	Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства
2.2.89	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.90	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.91	Методы аттестации наноструктурированных поверхностей
2.2.92	Моделирование технологических процессов
2.2.93	Мониторинг работы металлургического предприятия
2.2.94	Основы теории сварки и пайки литых изделий

2.2.95	Особенности получения высокоточных отливок
2.2.96	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей
2.2.97	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы
2.2.98	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.2.99	Производство прямовосстановленного железа
2.2.100	Промышленная экология и технологии декарбонизации
2.2.101	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.102	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов
2.2.103	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов
2.2.104	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.2.105	СВС-технологии получения неорганических материалов
2.2.106	Современные производственные технологии
2.2.107	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы
2.2.108	Технологии Big Data
2.2.109	Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.110	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.111	Экодизайн и зеленые технологии
2.2.112	Экология литейного производства
2.2.113	Аддитивные технологии в литейном производстве
2.2.114	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.2.115	Аффинаж благородных металлов
2.2.116	Защита интеллектуальной собственности и патентование
2.2.117	Инженерия биоповерхностей
2.2.118	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.119	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.120	Материалы на основе углерода
2.2.121	Металловедение, часть 3
2.2.122	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.123	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.124	Моделирование литейных процессов
2.2.125	Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств
2.2.126	Обращение со шлаками и шламами
2.2.127	Планирование эксперимента
2.2.128	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.129	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.130	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.131	Совмещенные процессы деформационно-термической обработки
2.2.132	Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния
2.2.133	Техногенное сырье и вторичные ресурсы
2.2.134	Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии
2.2.135	Экологическая экспертиза
2.2.136	Научно-исследовательская работа
2.2.137	Научно-исследовательская работа
2.2.138	Научно-исследовательская работа
2.2.139	Научно-исследовательская работа
2.2.140	Научно-исследовательская работа
2.2.141	Научно-исследовательская работа
2.2.142	Научно-исследовательская работа
2.2.143	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.144	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.145	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.146	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.147	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2.2.148	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.149	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.150	Обогащение руд
2.2.151	Оборудование для процессов порошковой металлургии
2.2.152	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов
2.2.153	Основы минералогии и петрографии
2.2.154	Прикладная кристаллография
2.2.155	Проектирование технологии изготовления отливок
2.2.156	Теория промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.157	Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов	
Знать:	
ПК-2-33 Основные принципы планирования экспериментов на симплексе	
ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий	
Знать:	
ПК-3-31 Основные приемы поиска оптимума в многомерном факторном пространстве	
ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов	
Знать:	
ПК-2-31 Основные принципы выбора зависимых и независимых переменных для экспериментов и методы их ранжирования	
ПК-2-32 Основные принципы построения факторных планов разного порядка	
ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий	
Уметь:	
ПК-3-У1 Выполнять поиск оптимума на симплексе при создании многокомпонентных порошковых и композиционных материалов	
ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов	
Уметь:	
ПК-2-У1 Выбирать факторные планы для оптимальной реализации экспериментов	
ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий	
Владеть:	
ПК-3-В1 Приемами статистической обработки данных и поиска оптимума с помощью прикладных компьютерных программ	
ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов	
Владеть:	
ПК-2-В1 Методами математической статистики для обработки результатов экспериментов по различным планам	

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. Предпланирование эксперимента							
1.1	Введение. Постановка задачи. Зависимые и независимые переменные. Факторное пространство. /Лек/	5	4	ПК-2-31	Л1.1 Э1			
1.2	Априорное ранжирование факторов /Пр/	5	2	ПК-2-31	Л1.1Л2.1 Э1			P1

1.3	Подготовка к практическому занятию /Ср/	5	10	ПК-2-31	Л1.1Л2.1 Э1			
	Раздел 2. Планы первого и неполного второго порядка							
2.1	Полные факторные эксперименты /Лек/	5	2	ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Э1			
2.2	Дробные факторные эксперименты /Лек/	5	2	ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Э1			
2.3	Проведение эксперимента и статистическая обработка его результатов /Лек/	5	2	ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1 Э1			
2.4	Обработка результатов полного факторного эксперимента /Пр/	5	4	ПК-2-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1			Р2
2.5	Обработка результатов дробного факторного эксперимента /Пр/	5	2	ПК-2-В1 ПК-2-У1	Л1.1Л2.1Л3.2 Э1			Р3
2.6	Построение уравнения регрессии по результатам полного факторного эксперимента 2^3 /Лаб/	5	4	ПК-2-В1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1			Р12
2.7	Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Подготовка домашнего задания. /Ср/	5	10	ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1			
	Раздел 3. Планы второго порядка							
3.1	Общий вид уравнения регрессии второго порядка. Критерии оптимальности планов. Расчет коэффициентов регрессии планов второго порядка. /Лек/	5	2	ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.3 Э1			
3.2	Симметричные ортогональные композиционные планы /Лек/	5	2	ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.3 Э1			
3.3	Симметричные композиционные планы типа V_k /Лек/	5	2	ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.3 Э1			
3.4	Обработка результатов экспериментов по ортогональному композиционному плану /Пр/	5	2	ПК-2-В1 ПК-2-У1	Л1.3 Э1			Р4
3.5	Обработка результатов экспериментов по композиционному плану типа V_k /Пр/	5	2	ПК-2-В1 ПК-2-У1	Л1.3Л3.1 Л3.2 Э1			Р5
3.6	Построение уравнения регрессии второго порядка /Лаб/	5	4	ПК-3-В1 ПК-2-В1	Л1.3Л3.1 Л3.2 Э1			Р13
3.7	Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Подготовка домашнего задания. /Ср/	5	12	ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-В1	Л1.3Л3.1 Л3.2 Э1			
	Раздел 4. Симплексное планирование							

4.1	Симплексная система координат. Уравнения регрессии для симплексных планов. /Лек/	5	4	ПК-2-33 ПК-2-У1	Л1.2 Э1			
4.2	Симплекс-решетчатые планы разных порядков /Лек/	5	4	ПК-2-33 ПК-2-У1	Л1.2 Э1			
4.3	Симплекс-центроидные планы. D-оптимальные планы. /Лаб/	5	2	ПК-2-33 ПК-2-У1	Л1.2 Э1			
4.4	Обработка результатов экспериментов по симплекс-решетчатому плану неполного третьего порядка /Пр/	5	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2Л3.2 Э1			Р6
4.5	Обработка результатов экспериментов по симплекс-решетчатому плану полного третьего порядка /Пр/	5	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2Л3.1 Э1			Р7
4.6	Построение уравнения регрессии для симплекс-решетчатого плана неполного третьего порядка /Лаб/	5	2	ПК-2-В1 ПК-3-В1	Л1.2Л3.2 Э1			Р14
4.7	Построение уравнения регрессии для симплекс-решетчатого плана полного третьего порядка /Лаб/	5	3	ПК-2-В1 ПК-3-В1	Л1.2Л3.1 Э1			Р15
4.8	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам. Подготовка домашнего задания. /Ср/	5	14	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-33 ПК-3-В1	Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1			
	Раздел 5. Методы поиска оптимума							
5.1	Поиск экстремума методом градиента и модифицированным методом градиента /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.3 Э1			
5.2	Поиск экстремума методом "крутого восхождения" /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.3 Э1			
5.3	Поиск оптимума по уравнениям второго порядка /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.3 Э1			
5.4	Поиск оптимума при наличии нескольких поверхностей отклика /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.3 Э1			
5.5	Поиск оптимума в многомерных симплексах /Лек/	5	2	ПК-3-31	Л1.2 Э1			
5.6	Использование метода градиента и модифицированного метода градиента для поиска оптимума при решении задач порошкового материаловедения /Пр/	5	2	ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.3 Э1			Р8
5.7	Использование метода "крутого восхождения" для поиска оптимума при решении задач порошкового материаловедения /Пр/	5	2	ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.3Л2.1 Э1			Р9

5.8	Прием домашнего задания /Пр/	5	6	ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-2-31	Л1.3 Э1		КМ1	
5.9	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. /Ср/	5	13	ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1			
5.10	Поиск набора значений технологических параметров для получения заданного значения функции отклика /Лаб/	5	2	ПК-3-В1 ПК-2-В1	Л3.1 Э1			Р16
5.11	Использование функции желательности Харрингтона для выбора оптимального набора эксплуатационных свойств материалов /Пр/	5	2	ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1Л2.1 Э1			Р10
5.12	Метод поиска оптимума в двумерном симплексе /Пр/	5	2	ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.2Л2.1 Э1			Р11

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	Домашнее задание	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<p>Примерные темы домашнего задания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построение уравнения регрессии неполного второго порядка по плану 2^3 с равномерным дублированием опытов и его анализ (3 - 4 набора экспериментальных данных с результатами дублирования всех опытов) 2. Построение уравнения регрессии неполного второго порядка по плану 2^3 с равномерным дублированием опытов и его анализ (3 - 4 набора экспериментальных данных со средними значениями функции отклика для 8 точек и соответствующими среднеквадратическими отклонениями) 3. Построение уравнения регрессии неполного второго порядка по плану 2^3 с дублированием опытов в центре плана и его анализ (3 - 4 набора экспериментальных данных) 4. Построение уравнения регрессии второго порядка по плану Вк с равномерным дублированием опытов и его анализ (3 - 4 набора экспериментальных данных с результатами дублирования всех опытов) 5. Построение уравнения регрессии второго порядка по плану Вк с равномерным дублированием опытов и его анализ (3 - 4 набора экспериментальных данных со средними значениями функции отклика для 14 точек и соответствующими среднеквадратическими отклонениями) 6. Построение уравнения регрессии неполного третьего порядка по симплекс-решетчатому плану и его анализ 7. Построение уравнения регрессии полного третьего порядка по симплекс-решетчатому плану и его анализ

КМ2	Зачет с оценкой	ПК-3-В1;ПК-3-У1;ПК-3-31;ПК-2-В1;ПК-2-У1;ПК-2-33;ПК-2-32;ПК-2-31	<p>Вопросы для подготовки к сдаче домашнего задания и получения оценки на зачете:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные преимущества и недостатки активного эксперимента 2. Основные требования к независимым переменным в эксперименте 3. Основные способы априорного ранжирования независимых переменных 4. Планы экспериментов неполного второго порядка и композиционные планы экспериментов второго порядка. Преимущества и недостатки этих планов. 5. Преимущества и недостатки дробных факторных экспериментов 6. Преимущества и недостатки реализации экспериментов с дублированием опытов в центре плана и с равномерным дублированием 7. Применение симплексной системы координат при проведении экспериментов в материаловедении 8. Способы оценки адекватности уравнения регрессии в случае симплексного планирования экспериментов 9. Информация, получаемая от уравнений регрессии 10. Способы поиска оптимума для различных видов планирования эксперимента
-----	-----------------	---	---

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 "Априорное ранжирование факторов"	ПК-2-31	Изучение методики определения наиболее значимых факторов (независимых переменных) в эксперименте, в том числе и для случая "связанных рангов"
P2	Практическое занятие "Обработка результатов полного факторного эксперимента"	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Освоение методики обработки результатов полного факторного эксперимента 2^3 для равномерного дублирования и дублирования опытов в центре плана
P3	Практическое занятие "Обработка результатов дробного факторного эксперимента"	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Освоение методики обработки результатов дробного факторного эксперимента $2^{(4-1)}$ для равномерного дублирования и дублирования опытов в центре плана при различных генерирующих соотношениях и определяющих контрастах
P4	Практическое занятие "Обработка результатов экспериментов по ортогональному композиционному плану"	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Освоение методики обработки результатов эксперимента по композиционному плану второго порядка с учетом преобразования модели для выполнения свойства ортогональности
P5	Практическое занятие "Обработка результатов экспериментов по композиционному плану типа B_k "	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Освоение методики обработки результатов эксперимента по композиционному плану второго порядка типа B_k с варьированием переменных на трех уровнях (с плечом "звездных точек" = 1)
P6	Практическое занятие "Обработка результатов экспериментов по симплексо-решетчатому плану неполного третьего порядка" (4 часа)	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Освоение методики составления смесей для 3-компонентных материалов и методики обработки эксперимента по симплексо-решетчатому плану неполного третьего порядка (7 экспериментальных точек)

P7	Практическое занятие "Обработка результатов экспериментов по симплекс-решетчатому плану полного третьего порядка" (4 часа)	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Освоение методики составления смесей для 3-компонентных материалов и методики обработки эксперимента по симплекс-решетчатому плану полного третьего порядка (10 экспериментальных точек)
P8	Практическое занятие "Использование метода градиента и модифицированного метода градиента для поиска оптимума при решении задач порошкового материаловедения"	ПК-3-31;ПК-3-У1	Освоение методики поиска оптимума методом градиента и модифицированным методом градиента с использованием готовых уравнений регрессии разных порядков
P9	Практическое занятие "Использование метода "крутого восхождения" для поиска оптимума при решении задач порошкового материаловедения"	ПК-3-31;ПК-3-У1	Освоение методики поиска оптимума методом "крутого восхождения" с использованием готовых уравнений регрессии разных порядков
P10	Практическое занятие "Использование функции желательности Харрингтона для выбора оптимального набора эксплуатационных свойств материалов"	ПК-3-31;ПК-3-У1	Освоение методики выбора оптимального набора эксплуатационных свойств порошковых материалов с помощью функции желательности Харрингтона для случая односторонних и двусторонних ограничений
P11	Практическое занятие "Метод поиска оптимума в двумерном симплексе"	ПК-3-31;ПК-3-У1	Освоение методики поиска оптимума в двумерном пространстве движением симплекса с отбросом вершины с наихудшим результатом
P12	Лабораторная работа "Построение уравнения регрессии по результатам полного факторного эксперимента 2^3 " (4 часа)	ПК-2-В1;ПК-3-В1	Освоение методики построения уравнения регрессии неполного второго порядка по результатам полного факторного эксперимента 2^3 с равномерным дублированием опытов и дублированием опытов в центре плана. При равномерном дублировании опытов исходные данные задаются двумя способами: результаты всех дублирований опытов и средние значения с среднеквадратическими отклонениями.
P13	Лабораторная работа "Построение уравнения регрессии второго порядка"	ПК-2-В1;ПК-3-В1	Освоение методики построения уравнения регрессии полного второго порядка по результатам эксперимента по композиционному плану V_k с равномерным дублированием опытов. Исходные данные задаются двумя способами: результаты всех дублирований опытов и средние значения с среднеквадратическими отклонениями.

P14	Лабораторная работа "Построение уравнения регрессии для симплекс-решетчатого плана неполного третьего порядка"	ПК-2-В1;ПК-3-В1	Освоение методики построения уравнения регрессии неполного третьего порядка по результатам эксперимента по симплекс-решетчатому плану с 7 экспериментальными точками и равномерным дублированием опытов. Исходные данные задаются двумя способами: результаты всех дублирований опытов и средние значения с среднеквадратическими отклонениями.
P15	Лабораторная работа "Построение уравнения регрессии для симплекс-решетчатого плана полного третьего порядка" (3 часа)	ПК-2-В1;ПК-3-В1	Освоение методики построения уравнения регрессии полного третьего порядка по результатам эксперимента по симплекс-решетчатому плану с 10 экспериментальными точками и равномерным дублированием опытов. Исходные данные задаются двумя способами: результаты всех дублирований опытов и средние значения с среднеквадратическими отклонениями.
P16	Лабораторная работа "Поиск набора значений технологических параметров для получения заданного значения функции отклика"	ПК-2-В1;ПК-3-В1	Освоение методики поиска набора значений технологических параметров для получения заданного значения эксплуатационного свойства (функции отклика) материала с использованием компьютера

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

Экзамен по дисциплине "Организация и математическое планирование эксперимента" не предусмотрен.

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

Методика оценки обучающегося при приеме домашнего задания

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие знания в объеме программы дисциплины, уверенно устанавливает логические связи между отдельными разделами дисциплины, грамотно и непротиворечиво излагает материал при ответе, знает источники дополнительной информации, уверенно применяет полученные знания при решении поставленных практических задач.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов и установлении логических связей между отдельными разделами дисциплины, четко излагает материал без существенных противоречий в информации, применяет полученные знания при решении поставленных практических задач с незначительными ошибками.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, исправляет допущенные ошибки после уточняющих вопросов преподавателя, знает основные и дополнительные источники информации по программе дисциплины, после указаний преподавателя исправляет ошибки при решении поставленных практических задач.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не способен установить логические связи между разделами дисциплины, не может дать ответ на основной и/или дополнительный вопрос, не способен решить поставленную практическую задачу.

Оценка «не явка» – обучающийся на сдачу домашнего задания не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	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
Л1.2	Лопатин Владимир Юрьевич, Шуменко Владимир Николаевич	Организация эксперимента. Симплексное планирование: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2010

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Лопатин Владимир Юрьевич, Шуменко Владимир Николаевич	Организация эксперимента. Планы второго порядка и исследование области оптимума: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Лопатин Владимир Юрьевич, Шуменко Владимир Николаевич	Организация и планирование эксперимента: практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2010

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Лопатин Владимир Юрьевич	Организация и планирование эксперимента: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1996
Л3.2	Лопатин Владимир Юрьевич	Организация и планирование эксперимента: Ч.2: Учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru/
----	--	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams
П.3	Microsoft Excel
П.4	Microsoft PowerPoint
П.5	Adobe Acrobat DC

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

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
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Оценка на зачете выставляется в соответствии с оценкой за домашнее задание.

При проведении лабораторных работ используется программное обеспечение, разработанное на кафедре ПМиФП.