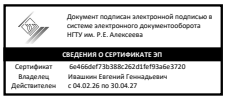
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Институт физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)
Кафедра «Металлургические технологии и оборудование (МТО)»

ОДОБРЕНО:
на заседании кафедры «МТО»
протокол № 8 от 11.03.2026 г.
Зав. кафедрой
_____ Леушин И.О.
«11» марта 2026г.



УТВЕРЖДЕН:
на заседании ученого совета ИФХТиМ
протокол № 5 от «17» 03 2026г.
Директор института
_____ Мацулевич Ж.В.
«17» марта 2026г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.7 «Организация и математическое планирование в металлургии»
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 22.04.02 «Металлургия»

Направленность: Металлургические процессы и ресурсосбережение

Форма обучения: очная

Выпускающая кафедра Металлургические технологии и оборудование (МТО)

Разработчик: Леушин И.О., д.т.н., профессор

регистрационный № 22.04.02-м-16

Начальник МО _____ Е.Г. Севрюкова
подпись

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2026

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ…….. 3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ….. 6
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ…… 6
3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам ….. 6
3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам…….. 8
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ……... 13
4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда…… 13
4.2. Справочно-библиографическая литература……. 13
4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям……. 13
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ…… 14
5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)……. 14
5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем…… 15
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ…… 16
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ…… 17
7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии…… 17
7.2. Методические указания для занятий лекционного типа…….. 18
7.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях 18
7.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся……. 18
8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ……... 19
8.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости……. 19
8.1.1. Типовые задания к практическим занятиям…… 24
8.1.3.Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса…… 24
8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине…….. 25
9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ…… 26

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает планируемые результаты обучения по дисциплине, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от «24» 04. 2018 г. № 308.

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей общепрофессиональной компетенции в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия»:

Освоение дисциплины вносит вклад в формирование компетенций, предусмотренных ОП:

Таблица 1.

Код компетенции	Формулировка компетенции
Профессиональные (ПК)	
ПК-1	Способен осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.
ПК-3	Способен осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментов в областях и сферах профессиональной деятельности.

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения по дисциплине, вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (таблица 2).

Таблица 2. Индикаторы достижения компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (ОМ)
ПК-1. Способен осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.	**ИПК-1.1.** Осуществляет сбор, анализ научно-технической информации отечественного опыта.	***Знать:*** - методы организации и математического планирования эксперимента; ***Уметь:*** - применять методы математического планирования для организации эксперимента на промышленном объекте; ***Владеть:*** - навыками математического планирования эксперимента;	Вопросы для устного собеседования. Вопросы и задачи к экзамену
	ИПК-1.2. Осуществляет сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.	***Знать:*** - условия и необходимость применения математической теории планирования эксперимента в научных и инженерных исследованиях ***Уметь:*** - строить планы эксперимента применительно к большинству оптимизационных задач металлургии как проектно-расчетного, так и экспериментального характера; ***Владеть:*** - методами статистической оценки опытных данных с целью подтверждения достоверности результатов экспериментального исследования;	Вопросы для устного собеседования. Вопросы и задачи к экзамену

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (ОМ)
ПК-3. Способен осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментов в областях и сферах профессиональной деятельности.	**ИПК-3.1.** Осуществляет планирование и постановку задач и целей экспериментов.	***Знать:*** методы поиска наилучших (оптимальных) в соответствии с заданным критерием условий технической реализации объекта или процесса; ***Уметь:*** - осуществлять процедуру выбора числа и условий проведения опытов (физических или расчетных) необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью; ***Владеть:*** - методами теории математического планирования эксперимента для успешного решения научных, производственных и технологических задач металлургии	Вопросы для устного собеседования. Вопросы и задачи к экзамену
	ИПК-3.2. Проводит эксперименты в областях и сферах профессиональной деятельности.	***Знать:*** - методы проведения натурного и расчетного экспериментов при поиске экстремальных условий. ***Уметь:*** - строить регрессионные зависимости по результатам спланированных экспериментов; ***Владеть:*** - навыками проведения экспериментов для построения математических моделей.	Вопросы для устного собеседования. Вопросы и задачи к экзамену

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1, установленного ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия».

Дисциплина базируется на дисциплинах курса бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Б2.П.1 «Практика решения задач профессиональной деятельности организационно-управленческого типа», Б2.П.2, Б2.П.3 «Научно-исследовательская работа», Б2.П.4 «Преддипломная практика», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед., 108 часов, распределение часов по видам работ (по семестрам) представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		1 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	**108**	**108**
1. Контактная работа:	**40**	**40**
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2. **Внеаудиторная, в том числе**	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4,65	4,65
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	1,35	1,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	**32**	**32**
реферат/эссе (подготовка)	-	-
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям,	32	32

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	**В т.ч. по семестрам**
		1 семестр
коллоквиум и т.д.)		
Подготовка к **экзамену** (контроль)	**36**	**36**
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)		
3. Форма контроля	-	Экзамен

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
1 семестр								
ПК-1 **ИПК-1.1** **ИПК-1.2** **ПК-3** **ИПК-3.1** **ИПК-3.2**	**Раздел 1** Моделирование в металлургии. Активный и пассивный эксперименты							
	Тема 1.1. Основные термины и определения. Формы и типы моделей. Цели и типы эксперимента в металлургии.	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Работа по освоению 1 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	1			1			
	Раздел 2 Постановка задачи оптимизационного эксперимента							
	Тема 2.1. Параметры оптимизации. Требования к параметру оптимизации. Задачи с несколькими выходными параметрами. Обобщенный параметр оптимизации	1			2	Подготовка к лекциям [1-4]		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Практическое занятие Обобщенный параметр оптимизации			2	1	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Круглый стол	4
	Работа по освоению 2 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	1		2	2			
	Раздел 3 Статистический анализ и оценка пригодности экспериментальных данных							
	Тема 3.1. Основные характеристики случайных величин. Дисперсионный анализ	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Тема 3.2. Виды ошибок измерений	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Практическое занятие Отсев грубых ошибок. Доверительная оценка истинного значения измеряемой величины.			2	2	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Коллективное решение практических задач	4
	Тема 3.3. Предварительная обработка экспериментальных наблюдений	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Практическое занятие			3	2	Подготовка к	Коллективное	6

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Доверительная оценка с помощью правила «трех сигм». Проверка гипотезы нормальности распределения					практическому занятию [4-6]	решение практических задач	
	Работа по освоению 3 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	3		5	7			
	Раздел 4 Методы корреляционного и регрессионного анализов							
	Тема 4.1. Функциональные и статистические зависимости между величинам	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Тема 4.2. Коэффициент корреляции	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]	Лекция с ошибками	
	Тема 4.3. Построение математической модели по результатам эксперимента	2			2	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Практическое занятие Построение математической модели по результатам эксперимента			2	2	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Коллективное решение практических задач	4
	Тема 4.4. Определение коэффициентов уравнения	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]	Круглый стол	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	регрессии методом наименьших квадратов							
	Тема 4.5. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Практическое занятие Дисперсионный анализ регрессионной модели			1	1	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Коллективное решение практических задач	2
	Работа по освоению 4 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	6		3	9			
	Раздел 5 Математические методы планирования эксперимента							
	Тема 5.1. Планирование экстремальных поисковых экспериментов	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]	Лекция с ошибками	
	Тема 5.2. Метод Гаусса–Зайделя	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Тема 5.3. Полный факторный эксперимент	1			1			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Практическое занятие Построение матрицы полного факторного эксперимента			2	4	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Мозговой штурм	4
	Тема 5.4. Дробный факторный эксперимент	1			1	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Практическое занятие Построение дробных реплик полного факторного эксперимента			2	1	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Круглый стол	4
	Тема 5.5. Симплексный метод планирования	2			1	Подготовка к лекциям [1-4]		
	Практическое занятие Построение симплекс-плана и плана Плакетта-Бермана.			3	2	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Круглый стол	6
	Работа по освоению 5 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	6		7	12			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	**17**		**17**	**32**			
	ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 50% с использованием интерактивных образовательных технологий)	**17**		**17**	**32**			

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Учебно-методическое обеспечение дисциплины реализуется в рамках функционирующей в вузе электронной информационно-образовательной среды. В дополнение к этому в образовательном процессе используется библиотечный фонд печатных изданий.

№пп	Наименование издания	Количество в библиотеке
1	Математическое моделирование в машиностроении [Электронные текстовые данные] : Учеб. пособие / О.В. Лещева; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. - 188 с.	1
2	Планирование научного эксперимента : Учебник / В.А. Волосухин, А.И. Тищенко. - 2-е изд. - М. : РИОР; ИНФРА-М, 2016. - 175 с. : ил. - (Высшее образование - магистратура). - Библиогр.:с.171-173.	1
3	Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : Учеб. пособие / Н.И. Сидняев. - 2-е изд., перераб.и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 496 с. :	1
4	Организация эксперимента. Симплексное планирование : Учеб. пособие / В.Ю. Лопатин, В.Н. Шумейко; Нац. исслед. технол.ун-т "МИСиС", Каф. порошковых материалов и функциональных покрытий. - М. : Изд. Дом МИСиС, 2010. - 46 с.	1
5	Статистический анализ в металлургии и материаловедении : Учебник / А.С. Мельниченко; Нац. исслед. технол.ун-т "МИСиС". - М. : Изд-во МИСиС, 2009. - 268 с.	2
6	Математическое моделирование в литейном производстве [Электронные текстовые данные] : Учеб. пособие / А.А. Черный. - Пенза : Изд-во ПГУ, 2006. - 215 с.	1

4.2. Справочно-библиографическая литература

№пп	Наименование издания	Количество в библиотеке
7	Грешилов, А.А. Математические методы принятия решений: учебное пособие. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. - 584с.	10
8	Рогов В.А., Позняк Г.Г. Методика и практика технических экспериментов: учебное пособие (Гриф). - М.: Академия, 2005. – 288с.	10

4.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

№пп	Наименование издания	Количество в библиотеке
9	Леушин, И.О. Подготовка и защита выпускной квалификационной работы магистра: учебно-методическое пособие для студентов-магистрантов направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» всех форм обучения / НГТУ; сост: И.О. Леушин, В.Н. Гущин, В.А. Коровин, Л.И. Леушина, Е.А. Чернышов, Нижний Новгород, 2020. – 43 с.	10
10	**Организация и математического планирование эксперимента в металлургии:** учебно-метод. пособие по направлениям подготовки 22.03.02 «Металлургия» для студентов всех форм обучения / НГТУ им. Р. Е. Алексеева; сост.: Е.И, Яровая и др. – Н. Новгород, 2021. – 40 с.	10

Журналы: «Литейное производство», «Литейщик России», «Инженерное образование», «Заготовительные производства в машиностроении», «Известия вузов. Черная металлургия», «Известия вузов. Цветная металлургия», «Черные металлы».

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

5.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://elib.tolgas.ru./ - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:http://znanium.com/. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://openedu.ru/. - Загл с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.viniti.ru. – Загл. с экрана.
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://uisrussia.msu.ru/. – Загл. с экрана.
7. Федеральный портал. Российское образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.edu.ru/ – Загл. с экрана.
8. Российский образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.school.edu.ru/default.asp – Загл. с экрана.
9. «Инжиниринг» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.enginrussia.ru – Загл. с экрана.
10. Университетские сети знаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.unicor.ru – Загл. с экрана.
11. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.techno.edu.ru – Загл. с экрана.
12. Портал для студентов для поиска информации по изучаемым дисциплинам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.twirpx.com – Загл. с экрана.
13. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.bestmetallurg.narod.ru – Загл. с экрана.
14. Портал Российской Ассоциации Литейщиков [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.ruscastings.ru – Загл. с экрана.

5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 5 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	**2**	**3**
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

В таблице 6 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Таблица 6 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Ofice 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011	Libre Office 26 (Свободное ПО, MPL 2.0)
Mathcad 15 Лицензия PKG-7543-FN, MNT- PKG -7543-FN-T2 договор № 28-13/13-057 от 26.02.13	Яндекс.Браузер (Проприетарное ПО)
	7-zip (Свободное ПО, GNU LGPL)

В таблице 7 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 7 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	**2**	**3**
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
4	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе (таблица 8).

В таблице 8 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

-помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную. информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 8 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенностьаудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	**3211** Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Металлургические технологии и оборудование»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор (BenQ); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb RAM/HDD 500 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел. 7. Библиотека кафедры. 8. Учебный стенд «Специальные виды литья» 9. Учебный стенд «Огнеупорные материалы»	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Операционная система Windows XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov. - Dr.Web 2026 SRBK-Z197-67LX-4N3W - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail.
2	**3217** Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Металлургические технологии и	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проектор (BenQ); 4. Компьютер PC Intel Pentium-G630/2 Gb RAM/HDD 500 5. Рабочее место преподавателя 6. Рабочее место студента - 12 чел. 7. Лабораторный учебный стенд «Автоматика и управление»	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Операционная система Windows XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov. - Dr.Web 2026 SRBK-Z197-67LX-4N3W - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail.

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенностьаудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	оборудование»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 28а, корп. 3	8. Термическая печь	

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- интерактивные технологии;
- разноуровневые задания;
- собеседование.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все

предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует до пороговому уровню.

7.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

7.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий согласно технологической карте дисциплины.

Методические указания к практическим занятиям представлены в учебниках и учебных пособиях:

1. Организация эксперимента. Симплексное планирование : Учеб. пособие / В.Ю. Лопатин, В.Н. Шумейко; Нац. исслед. технол.ун-т "МИСиС", Каф. порошковых материалов и функциональных покрытий. - М. : Изд. Дом МИСиС, 2010. - 46 с.

2. Статистический анализ в металлургии и материаловедении : Учебник / А.С. Мельниченко; Нац. исслед. технол. ун-т "МИСиС". - М. : Изд-во МИСиС, 2009. - 268 с.

3. Математическое моделирование в литейном производстве [Электронные текстовые данные] : Учеб. пособие / А.А. Черный. - Пенза : Изд-во ПГУ, 2006. - 215 с.

7.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 8). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Таблица 9- Формирование компетенций дисциплиной

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	*Семестры формирования компетенций дисциплиной*			
	1	*2*	*3*	*4*
Код компетенции ПК-1				
Б1.В.ОД.7 Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии	+			
Б1.В.ОД.6 Теория и практика поиска новых технических решений			+	
Б2.У.1 Ознакомительная практика		+		
Б2.П.2 Научно-исследовательская работа	+	+	+	
Б2.П.3 Научно-исследовательская работа				+
Б3.Д.1 Подготовка к защите и защита ВКР				+
Код компетенции ПК-3				
Б1.В.ОД.7 Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии	+			
Б1.В.ДВ.2.1 Аддитивные технологии и производства		+		
Б1.В.ДВ.2.2 Автоматизация производства в металлургии		+		
Б2.П.2 Научно-исследовательская работа	+	+	+	
Б2.П.3 Научно-исследовательская работа				+
Б3.Д.1 Подготовка к защите и защита ВКР				+

Таблица 10 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине**			**Оценочные средства**	
					Текущего контроля	**Промежуточной аттестации**
ПК-1. Способен осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.	**ИПК-1.1.** Осуществляет сбор, анализ научно-технической информации отечественного опыта.	**Знать:** - методы организации и математического планирования эксперимента;	**Уметь:** - применять методы математического планирования для организации эксперимента на промышленном объекте;	**Владеть:** - навыками математического планирования эксперимента;	Банк вопросов	Вопросы и задачи к экзамену
	ИПК-1.2. Осуществляет сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.	**Знать:** - условия и необходимость применения математической теории планирования эксперимента в научных и инженерных исследованиях	**Уметь:** - строить планы эксперимента применительно к большинству оптимизационных задач металлургии как проектно-расчетного, так и экспериментального характера;	**Владеть:** - методами статистической оценки опытных данных с целью подтверждения достоверности результатов экспериментального исследования;	Банк вопросов	Вопросы и задачи к экзамену

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-3. Способен осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментов в областях и сферах профессиональной деятельности.	**ИПК-3.1.** Осуществляет планирование и постановку задач и целей экспериментов.	**Знать:** методы поиска наилучших (оптимальных) в соответствии с заданным критерием условий технической реализации объекта или процесса;	**Уметь:** - осуществлять процедуру выбора числа и условий проведения опытов (физических или расчетных) необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью;	**Владеть:** - методами теории математического планирования эксперимента для успешного решения научных, производственных и технологических задач металлургии	Банк вопросов	Вопросы и задачи к экзамену
	ИПК-3.2. Проводит эксперименты в областях и сферах профессиональной деятельности.	**Знать:** - методы проведения натурного и расчетного экспериментов при поиске экстремальных условий.	**Уметь:** - строить регрессионные зависимости по результатам спланированных экспериментов;	**Владеть:** - навыками проведения экспериментов для построения математических моделей.	Банк вопросов	Вопросы и задачи к экзамену

Таблица 11 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Критерии оценивания результатов обучения**			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо» /** «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично» /** «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-1. Способен осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.	**ИПК-1.1.** Осуществляет сбор, анализ научно-технической информации отечественного опыта. **ИПК-1.2.** Осуществляет сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.	Задача решена менее чем на 50% Студент не способен эффективно применить знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области. Студент способен к решению некоторых практических задач из числа предусмотренных рабочей программой, но слабо знаком с рекомендованной справочной литературой.	Задача решена более чем на 50%. Продемонстрированы знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области, умения решать конкретные практические задачи из числа предусмотренных рабочей программой, студент знаком с рекомендованной справочной литературой.	Задача решена более чем на 75%. Студент способен обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения проблемы и решить ее. Допускает единичные ошибки в решении проблем, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения проблем. Способен самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента.	Задача решена более чем на 90%. Студент свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками ее анализа и синтеза, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Уверенно решает конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использует справочную литературу, делает обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов.

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Критерии оценивания результатов обучения**			
		Оценка **«неудовлетворительно»** / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«удовлетворительно»** / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«хорошо» /** «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка **«отлично» /** «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-3. Способен осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментов в областях и сферах профессиональной деятельности.	**ИПК-3.1.** Осуществляет планирование и постановку задач и целей экспериментов. **ИПК-3.2.** Проводит эксперименты в областях и сферах профессиональной деятельности.	Задача решена менее чем на 50% Студент не способен эффективно применить знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области. Студент способен к решению некоторых практических задач из числа предусмотренных рабочей программой, но слабо знаком с рекомендованной справочной литературой.	Задача решена более чем на 50%. Продемонстрированы знания основных положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблем в конкретной области, умения решать конкретные практические задачи из числа предусмотренных рабочей программой, студент знаком с рекомендованной справочной литературой.	Задача решена более чем на 75%. Студент способен обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения проблемы и решить ее. Допускает единичные ошибки в решении проблем, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения проблем. Способен самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента.	Задача решена более чем на 90%. Студент свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками ее анализа и синтеза, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Уверенно решает конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использует справочную литературу, делает обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов.

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку **«отлично»** заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку **«хорошо»** заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

8.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

8.1.1. Типовые задания к практическим занятиям

1. Определить среднее значение, абсолютную и относительную погрешности представленных экспериментальных данных при технических измерениях.
2. Оценить систематическую погрешность измерений и ширину доверительного интервала при доверительной вероятности 0,95 для представленных экспериментальных данных.
3. Оценить, является ли k измерение промахом для представленных экспериментальных данных.

8.1.2. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

1. В чем сущность планирования эксперимента? Поясните разницу между активным и пассивным экспериментом.
2. Какие задачи решает теория планирования эксперимента?
3. Что такое факторы оптимизации и какие требования к ним предъявляются?
Как выбрать уровни варьирования факторов?
4. Какие требования предъявляются к параметрам оптимизации?
5. В чем сущность дробно-факторного эксперимента (ДФЭ) и какие математические модели он позволяет исследовать?
6. Какую область описывает уравнение регрессии, полученное с помощью ДФЭ, и в каких границах его можно использовать?
7. Что такое взаимодействие факторов и сколько их может быть в ДЭФ?
8. В чем сущность и цели стандартизации масштаба факторов?
9. Как проверить воспроизводимость опытов?
10. Что такое генератор плана и из каких соображений он выбирается?
11. Что такое контраст плана и что такое обобщающий контраст?
12. Что такое смешанность оценок коэффициентов регрессии и как ее найти?
13. Каков порядок постановки опытов при ДФЭ?

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену

1) Практические задачи планирования эксперимента. Методология решения исследовательских задач.
2) Исторические концепции проведения научного эксперимента до XIX века. Новый подход к проведению научных исследований в XX веке.
3) Возможные технологии составления плана оптимизационного эксперимента. Пояснить на примере.
4) Планирование экстремального эксперимента. Кибернетическое понятие «Чёрный ящик». Функция цели, математические модели объекта оптимизационного эксперимента.
5) Параметры оптимизации. Их виды. Требования к параметрам оптимизации.
6) Задачи с несколькими параметрами оптимизации.
7) Факторы, варьируемые переменные. Требования к факторам и их совокупности.
8) Матрица планирования полного факторного эксперимента. Привести пример составления матрицы.
9) Пассивный и активный эксперимент. Требование ортогональности матрицы планирования.
10) Математические основы планирования эксперимента. Регрессионный анализ.
11) Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Принципы составления планов ПФЭ. Составление матрицы плана эксперимента при кодовом представлении факторов.
12) ПФЭ для трёх переменных. Составление таблицы плана и расположение экспериментальных точек в факторном пространстве кодовых факторов.
13) Дробные планы или дробные реплики от полного факторного эксперимента (ДФЭ). Виды дробных планов: полуреплика, четвертьреплика, 1/8 – реплика, 1/16 – реплика.
14) Дробные планы 2k-1, 2k-2 для k=5, k=6, и т.д. Достоинства и недостатки применения плана дробного факторного эксперимента.
15) Разрешающая способность дробных реплик в зависимости от выбора вида генерирующего соотношения.
16) Дрейфующие и неконтролируемые факторы эксперимента. Рандомизация опытов в плане эксперимента. Выполнение рандомизации опытов при исследовании технологических процессов.
17) Основные свойства планов ПФЭ и ДФЭ. Вычисление коэффициентов регрессии.
18) Вычисление коэффициентов неполного квадратного многочлена. Составление таблицы для вычисления коэффициентов регрессии.
19) Основные соотношения и правила перехода к естественным переменным.
20) Оценка адекватности математической модели.
21) Вычисление коэффициентов регрессии и статистические оценки.
22) Выбор масштаба шагов крутого восхождения.
23) Крутое восхождение по поверхности отклика.
24) Принятие решения по результатам крутого восхождения.
25) Оценка результатов оптимизационного эксперимента.
26) Примеры применения метода планирования эксперимента в задачах металлургии. Привести примеры физических (технологических) и численных (математических) задач исследования из предметной области.
27) Метод наименьших квадратов и его применение при обработке результатов эксперимента.

9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ

Согласно Федеральному закону от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ст. 79, п.8 профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся. Адаптированная рабочая программа разрабатывается по каждой направленности при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.