

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

---

**Образовательно-научный институт**  
**физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)**  
(полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

---

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор ИФХТиМ  
**Мацулевич Ж.В.**

(подпись)

(расшифровка подписи)

« 20 » января 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.7 «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии»**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки:	<u>22.04.02 «Металлургия»</u> (код и направление подготовки, специальности)
Направленность:	<u>программа «Металлургические процессы и ресурсосбережение»</u> (наименование профиля, программы магистратуры, специализации)
Форма обучения:	<u>заочная</u> (очная, очно-заочная, заочная)
Год начала подготовки:	<u>2025</u>
Выпускающая кафедра:	<u>«Металлургические технологии и оборудование» (МТО)</u>
Кафедра-разработчик:	<u>«Металлургические технологии и оборудование» (МТО)</u>
Объем дисциплины:	<u>108/3 часа/з.е.</u>
Промежуточная аттестация:	<u>экзамен</u>
Разработчик:	<u>Яровая Е.И., к.т.н., доцент</u>

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++)  
по направлению подготовки 22.04.02 «Металлургия»,  
утверждённым приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 24.04.2018 г. № 308  
на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ  
протокол от 17.12.2024 г. № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 09.01.2025 г. № 6

Зав. кафедрой д.т.н., профессор  
(учёная степень, учёное звание) Леушин И.О.  
(подпись) (ФИО)

Программа рекомендована к утверждению Учебно-методическим советом института ИФХТиМ,  
протокол от 20.03.2025 г. № 6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 22.04.02-м-16

Начальник МО Севрюкова Е.Г.  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ Кабанина Н.И.  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>15</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>19</b>
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>20</b>
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....</b>	<b>22</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>23</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ..</b>	<b>24</b>
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>26</b>

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является** приобретение теоретических и практических навыков планирования и организации экспериментальных исследований сложных многофакторных систем и объектов в металлургии.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Дисциплина «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» готовит к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского и организационно-управленческого типов:

- проведения исследовательских работ на основе принципов организации и математического планирования эксперимента в металлургии;
- применения методов моделирования в металлургии;
- статистического анализа и оценки полученных экспериментальных данных.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

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.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. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на:

- формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки: 22.04.02 «Металлургия»: ПК-1, ПК-3 (табл. 1).

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплиной

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Курсы формирования компетенций дисциплиной</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Код компетенции ПК-1</i>			
<b>Б1.В.ОД.7 Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии</b>		+	
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 процедуре защиты и защита ВКР			+
<i>Код компетенции ПК-3</i>			
<b>Б1.В.ОД.7 Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии</b>		+	
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 процедуре защиты и защита ВКР			+

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2.

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ  
С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

<b>Код и наиме- нование ком- петенции</b>	<b>Код и наименова- ние индикатора достижения ком- петенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисци- плине</b>			<b>Трудовая функция</b>	<b>Оценочные средства</b>	
						<b>Текуще- го контроля</b>	<b>Промежуточ- ной аттестации</b>
<b>ПК-1.</b> Способен осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.	<b>ИПК-1.1.</b> Осуществляет сбор, анализ научно-технической информации отечественного опыта.	Знать: - организацию и математическое планирование эксперимента в металлургии.	Уметь: - разрабатывать и применять актуальную нормативную документацию при проведении исследовательских работ, используя организацию и математическое планирование эксперимента в металлургии	Владеть: - навыками осуществления разработки и проведения исследований работ, используя организацию и математическое планирование эксперимента в металлургии	ТФ В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Банк во-просов	Вопросы и задачи к экзамену
	<b>ИПК-1.2.</b> Осуществляет сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.					Банк во-просов	Вопросы и задачи к экзамену
<b>ПК-3.</b> Способен осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментов в областях и сфе-	<b>ИПК-3.1.</b> Осуществляет планирование и постановку задач и целей экспериментов.	Знать: - основы организации и математического планирования эксперимента в металлургии; -	Уметь: - применять актуальную нормативную документацию при организации и математическом планировании эксперимента в металлургии	Владеть: - навыками разработки планов и методических программ проведения	ТФ В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Банк во-просов	Вопросы и задачи к экзамену

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Трудовая функция	Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации				
рах профессиональной деятельности.	<b>ИПК-3.2.</b> Проводит эксперименты в областях и сферах профессиональной деятельности.	актуальную нормативную документацию, методы и средства планирования при организации и математическом планировании эксперимента в металлургии.	тическом планировании эксперимента в металлургии.	исследований и разработок при организации и математическом планировании эксперимента в металлургии.	информации и результатов исследований	Банк вопросов	Вопросы и задачи к экзамену

**Трудовая функция:** ТФ В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.

**Квалификационные требования к ТФ:**

**Трудовые действия:**

- осуществление разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок;

- организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок.

**Трудовые умения:**

- применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний.

**Трудовые знания:**

- актуальная нормативная документация в соответствующей области знаний;

- методы и средства планирования и организации исследований и разработок

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. 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	2 курс
<b>Формат изучения дисциплины</b>		с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	15	15	
занятия лекционного типа (Л)	5	5	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	10	10	
лабораторные работы (ЛР)	-	-	
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-	
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	4	4	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	
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, коллоквиум и т.д.)	78	78	
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>9</b>	<b>9</b>	
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)	-	-	

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

#### 4.2. 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						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
<b>2 курс</b>											
<b>ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2 ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2</b>	<b>Раздел 1</b> Моделирование в металлургии. Активный и пассивный эксперименты										
	<b>Тема 1.1.</b> Основные термины и определения. Формы и типы моделей. Цели и типы эксперимента в металлургии.	1			5	Подготовка к лекциям [1-4]					
	<b>Работа по освоению 1 раздела:</b>										
	<b>реферат, эссе (тема)</b>										
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>										
	<b>контрольная работа</b>										
	<b>Итого по 1 разделу</b>	1			5						
	<b>Раздел 2</b> Статистический анализ и оценка пригодности экспериментальных данных										
	<b>Тема 2.1.</b> Основные характеристики случайных величин. Дисперсионный анализ	0,33			4	Подготовка к лекциям [1-4]					
	<b>Тема 2.2.</b> Виды ошибок измерений	0,33			4	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						
		Лекции, час	Лабораторные работы	Практические занятия, час							
<b>Тема 2.3.</b> Предварительная обработка экспериментальных наблюдений	0,33				6	Подготовка к лекциям [1-4]					
	<b>Работа по освоению 2 раздела:</b>										
	<b>реферат, эссе (тема)</b>										
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>										
	<b>контрольная работа</b>										
	<b>Итого по 2 разделу</b>	1			16						
	<b>Раздел 3</b> Методы корреляционного и регрессионного анализа										
	<b>Тема 3.1.</b> Функциональные и статистические зависимости между величинами	0,2			4	Подготовка к лекциям [1-4]					
	<b>Тема 3.2.</b> Коэффициент корреляции	0,2			4	Подготовка к лекциям [1-4]	Лекция с ошибками				
	<b>Тема 3.3.</b> Построение математической модели по результатам эксперимента	0,2			4	Подготовка к лекциям [1-4]					
<b>Практическое занятие</b> Построение математической модели по результатам эксперимента			2	4	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Коллективное решение практических задач	2				
	<b>Тема 3.4.</b> Определение коэффи-	0,2			4	Подготовка к	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						
		Лекции, час	Лабораторные работы	Практические занятия, час							
	циентов уравнения регрессии методом наименьших квадратов					лекциям [1-4]					
	<b>Тема 4.5.</b> Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии	0,2			4	Подготовка к лекциям [1-4]					
	<b>Практическое занятие</b> Дисперсионный анализ регрессионной модели			2	4	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Коллективное решение практических задач	2			
	<b>Работа по освоению 3 раздела:</b> реферат, эссе (тема)										
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>										
	<b>контрольная работа</b>										
	<b>Итого по 3 разделу</b>	1		4	28						
	<b>Раздел 4</b> Математические методы планирования эксперимента										
	<b>Тема 4.1.</b> Планирование экстремальных поисковых экспериментов	0,33			4	Подготовка к лекциям [1-4]	Лекция с ошибками				
	<b>Тема 4.2.</b> Метод Гаусса-Зайделя	0,33			4	Подготовка к лекциям [1-4]					
	<b>Тема 4.3.</b> Полный факторный	0,33			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						
		Лекции, час	лабораторные работы	Практические занятия, час							
	эксперимент										
	<b>Практическое занятие</b> Построение матрицы полного факторного эксперимента			1,5	4	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Круглый стол	1,5			
	<b>Тема 4.4.</b> Дробный факторный эксперимент	0,5			4	Подготовка к лекциям [1-4]					
	<b>Практическое занятие</b> Построение дробных реплик полного факторного эксперимента			1,5	4	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Круглый стол	1,5			
	<b>Тема 4.5.</b> Симплексный метод планирования	0,5			4	Подготовка к лекциям [1-4]					
	<b>Практическое занятие</b> Построение симплекс-плана и плана Плакетта-Бермана.			3	4	Подготовка к практическому занятию [4-6]	Мозговой штурм	3			
	<b>Работа по освоению 4 раздела:</b> <b>реферат, эссе (тема)</b>										
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>										
	<b>контрольная работа</b>										
	<b>Итого по 4 разделу</b>	2		6	32						
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>5</b>		<b>10</b>	<b>78</b>						
	<b>ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 50% с</b>	<b>5</b>		<b>10</b>	<b>78</b>						

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			
Лекции, час	лабораторные работы, час	Практические занятия, час						
	использованием интерактивных образовательных технологий)							

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

- 1) Типовые вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль):
  - 1) Назовите области применения теории планирования эксперимента.
  - 2) Приведите примеры постановки задач оптимизации.
  - 3) Чем обосновывает выбор метода оптимизации?
  - 4) Какие требования предъявляются к факторам при планировании эксперимента?
  - 5) Назовите критерии выбора локальной области факторного пространства.
- 2) Типовые вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию (экзамен):
  - 1) Что означает термин «планирование эксперимента»?
  - 2) Что такое «параметры оптимизации»?
  - 3) В чем суть симплексного метода планирования эксперимента?
  - 4) В чем отличие матриц полного факторного и дробного факторного экспериментов?

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Критерии выставления оценок по традиционной четырехбалльной системе представлены в таблице 6.

**Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наимено-вание 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
<b>ПК-1.</b> Способен осуществлять сбор, анализ научно-технической информации отечественного опыта.	<b>ИПК-1.1.</b> 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 проблемы 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 ре-	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
	<b>ИПК-1.2.</b> Осуществляет сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.				

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.	ИПК-3.1. Осуществляет планирование и постановку задач и целей экспериментов.	Задача решена менее чем на 50%. Студент не способен эффективно применить знания основных положений	Задача решена более чем на 50%. Продемонстрированы знания основных положений	Задача решена более чем на 75%. Студент способен обработать, анализировать результаты расчетов или эксперимента.	Задача решена более чем на 90%. Студент свободно и уверенно оперирует предложенными в экспериментах.

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
дение экспериментов в областях и сферах профессиональной деятельности.	<b>ИПК-3.2.</b> Проводит эксперименты в областях и сферах профессиональной деятельности.	новых положений учебной дисциплины только в решении наиболее часто встречающиеся проблемы в конкретной области. Студент способен к решению некоторых практических задач из числа предусмотренных рабочей программой, но слабо знаком с рекомендованной справочной литературой.	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.	вать 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.	ствленной 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.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » 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 « <b>хорошо</b> » 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 « <b>удовлетворительно</b> » 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 « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. 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.

<b>Номер</b>	<b>Наименование издания</b>	<b>Количество в библиотеке</b>
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
---	---	---

## **6.2. Справочно-библиографическая литература**

<b>№пп</b>	<b>Наименование издания</b>	<b>Количество в библиотеке</b>
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

## **6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

<b>№пп</b>	<b>Наименование издания</b>	<b>Количество в библиотеке</b>
11	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. Леушкина, Е.А. Чернышов, Нижний Новгород, 2020. – 43 с.	10

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

## **7. 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).

## **7.1. 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](http://www.bestmetallurg.narod.ru) – Загл. с экрана.
14. Портал Российской Ассоциации Литейщиков [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.ruscastings.ru](http://www.ruscastings.ru) – Загл. с экрана.

## **7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

**Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование ЭБС</b>	<b>Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

В таблице 8 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

**Таблица 8 - Перечень программного обеспечения**

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Microsoft Ofice 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи 15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011	Adobe Acrobat Reader (FreeWare), КОМПАС, LVMFlow; Fidesys; MS Excel.
Операционная система Windows XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov	
Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	

В таблице 9 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 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

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

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. 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 11).

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	<b>3211</b> 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 «Огнепорные 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(x32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov. - Антивирус Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGП от 20.05.2024); - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail.
2	<b>3217</b> Мультимедийная аудитория (для про-	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Мультимедийный проек-	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level; номер лицензии 44804588; дата выдачи

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	ведения 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	тор (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» 8. Термическая печь	15.11.2008; авторизационный номер лицензиата 64795440ZZE1011. - Операционная система Windows XP(×32); лицензия MSDN Academic Alliance, ID: 700493612, Shipping information Vladimir Reshetov. - Антивирус Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGП от 20.05.2024); - SIKE.Конструкция ДСП retail; - SIKE.Конструкция АПК retail.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. 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 работы 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 допороговому уровню.

### **10.2. 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.

### **10.3. 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.

#### **10.4. 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 11). 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

### **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

#### **11.1.1. 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 измерение промахом для представленных экспериментальных данных.

#### **11.1.2. 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?

**11.2. 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: зачет в устной форме.

**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.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
на рабочую программу дисциплины  
**«Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии»**  
**ОП ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия»,**  
**программа «Металлургические процессы и ресурсосбережение»**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Володиным Анатолием Вячеславовичем, генеральным директором ПАО «Нормаль» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» ОП ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия», программа «Металлургические процессы и ресурсосбережение» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Металлургические технологии и оборудование» (разработчик – Яровая Е.И., доцент кафедры, к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе **цели** дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОСВО направления 22.04.02 «Металлургия».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» закреплены **компетенции ПК-1, ПК-3**. Дисциплина и представленная Программа *способны реализовать* их в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» составляет 3 зачётные единицы (108 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 22.04.02 «Металлургия» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.

Программа дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» предполагает не менее 50% занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 22.04.02 «Металлургия».

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления; участие в круглых столах, мозговых штурмах, коллективное решение практических задач), *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, зачет с оценкой, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 22.04.02 «Металлургия».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 6 источников (базовые учебники), дополнительной литературой – 2 наименований, периодическими изданиями – 7, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 14 и соответствует требованиям ФГОСВО направления 22.04.02 «Металлургия».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии».

## **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента в металлургии» ОПОП ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия», программа «Металлургические процессы и ресурсосбережение» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Яровой Еленой Игоревной, доцентом кафедры, к.т.н., доцентом, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Володин А.В., генеральный директор ПАО «Нормаль»

20.01.2025 г.