

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

Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой
плотности энергии (ПИШ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ПИШ

_____ А.В. Тумасов

Подпись

«04» июля 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

B1.B. ОД.4 Моделирование и оптимизация технологических процессов

для подготовки магистров

Направление подготовки : 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленности: «Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра МТМиТОМ

Кафедра-разработчик МТМиТОМ

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик (и): Рябов Дмитрий Александрович, ассистент

г. Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++)

по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 24.04.2018г. № 306,

на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 25.05.2023 г. № 22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов» протокол от 27.06.2023 г. № 6

Зав. кафедрой д.т.н., профессор, А.А. Хлыбов

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института физико-технических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

Протокол от 04.07.2023 г. № 11

Директор ИФХТиМ Мацулевич Ж.В.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 22.04.01-п-19

Начальник МО Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ /Н.И. Кабанина/

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП.....	5
5. Структура и содержание дисциплины.....	7
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	11
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	14
8. Информационное обеспечение дисциплины	15
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	17
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	19
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	20
12.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	21

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цель освоения дисциплины:

Целью изучения дисциплины является освоение приемов применения основных положений математической статистики, теории вероятности и планирования эксперимента в научных и инженерных исследованиях при решении материаловедческих проблем.

Задачи освоения дисциплины (модуля):

- приобрести навыки использования современных информационно-коммуникационных технологий в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии новых материалов;
- научиться принимать обоснованные решения по результатам прогнозирования свойств металлических, неметаллических и композиционных материалов;
- освоить методы построения математических моделей для оптимизации свойств материалов и процессов, а также области их применения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.4 «Моделирование и оптимизация технологических процессов» включена в перечень обязательных дисциплин вариативной части образовательной программы и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПВО и УП по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Информатика, Математика, Механические свойства материалов, Теория строения материалов, Методы структурного анализа, Организация и математическое планирование эксперимента.

Дисциплина «Моделирование и оптимизация технологических процессов» является основополагающей для выполнения выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» 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 (МОДУЛЯ)

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам
(очная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
ПК-1	1	2	3	4
Моделирование и оптимизация технологических процессов	*			
Перспективные технологии нанесения покрытий и поверхностной обработки материалов и изделий		*	*	
Упрочняющая обработка поверхностных слоев материалов и изделий		*	*	
Научно-исследовательская работа	*	*		
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				*
ПК-2				
Моделирование и оптимизация технологических процессов	*			
Научно-исследовательская работа	*	*		
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				*
ПК-11				
Моделирование и оптимизация технологических процессов	*			
Технологическая практика			*	
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				*

4. 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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
Освоение дисциплины причастно к ТФ D/01.7 (ПС 40.011«Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»), ТФ В/01.7 (ПС 40.136)«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов».						
ПК-1 Готов к использованию современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов	ИПК-1.1 Пользуется современными информационно-коммуникационными технологиями и глобальными информационными ресурсами для получения информации в области материаловедения и технологии материалов; ИПК-1.2. Анализирует информацию, полученную из современных информационно-коммуникационных источников и из глобальных информационных ресурсов; ИПК-1.3. Обобщает	Знать: -основные способы поиска актуальной информации в области моделирования и оптимизации технологических процессов в материаловедении; -основы анализа полученной из глобальных источников информации в области моделирования и оптимизации технологических процессов в материаловедении; -методы обобщения информации в области моделирования и оптимизации технологических процессов в материаловедении;	Уметь: -применять глобальные информационные ресурсы для получения необходимой информации в области моделирования и оптимизации технологических процессов в материаловедении;	Владеть: -современными методами поиска информации в области моделирования и оптимизации технологических процессов в материаловедении; -современными методами анализа информации в области моделирования и оптимизации технологических процессов в материаловедении;	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, контрольные работы, расчетно-графические работы	Вопросы для устного собеседования

	информацию, полученную из современных информационно-коммуникационных источников и глобальных информационных ресурсов.	процессов в материаловедении.	-проводить обобщение информации в области моделирования и оптимизации технологических процессов в материаловедении.		
ПК-2 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов	ИПК-2.1 Разрабатывает эксперименты для проведения оптимизации свойств материалов на основе требуемых свойств материала ИПК-2.2 Составляет план проведения измерений свойств материалов, полученных в ходе выполнения оптимационных экспериментов ИПК-2.3 Составляет технологический процесс изготовления образцов материалов в рамках эксперимента по оптимизации свойств	Знать: -основные современные методы математического планирования эксперимента для оптимизации требуемых свойств материалов; ИПК-2.2 -алгоритмы построения плана эксперимента по оценке свойств материалов до и после оптимационных экспериментов; ИПК-2.3 -алгоритмы составления технологического процесса изготовления образцов материалов в рамках эксперимента по оптимизации свойств.	Уметь: -применять методы моделирования и планирования эксперимента для оптимизации требуемых свойств материалов; -составлять план проведения измерений свойств материалов, полученных в ходе выполнения оптимационных экспериментов; -применять способы построения технологических процессов изготовления образцов материалов в рамках эксперимента по оптимизации свойств.	Владеть: -современными способами проведения научных экспериментов с целью оптимизации свойств материалов на основе требуемых свойств материала; -современными методами планирования экспериментов по оценке свойств, полученных в ходе выполнения оптимизационных экспериментов; -современными способами построения технологических процессов изготовления образцов материалов в рамках эксперимента по оптимизации свойств.	

<p>ПК-11 Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ИПК-11.1 Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности;</p> <p>ИПК-11.2 Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности; - работать на современной электронно-вычислительной технике с объектами профессиональной деятельности 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности; - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике 		
---	---	---	---	--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 1 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	73	73
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68	68
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практик. занятия и др.)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	-	-
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе	5	5
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	5	5
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	-	-
2. Самостоятельная работа (СРС)	71	71
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	11	11
контрольная работа	5	5
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, само-подготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	55	55
Подготовка к зачету (контроль)		

5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

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										
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час							
1 семестр												
ПК-1, ИПК-1.1 ИПК-1.2 ИПК-1.3 ПК-2, ИПК-2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3 ПК-11, ИПК-11.1 ИПК-11.2 ИПК-11.3	Раздел 1 Регрессионный анализ											
	Тема 1.1 Регрессионный анализ.	5	-	-	7	Подготовка к ЛЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР					
	Тема 1.2 Модели второго порядка. Планы Бокса-Бенкина.	2	-	5	7	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР					
	Тема 1.3 Кононические преобразования. Геометрический образ кононического уравнения.	2	-	4	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР					
	Работа по освоению 1 раздела:											
	реферат, эссе (тема)											
	расчёто-графическая работа (РГР)											
	контрольная работа											
	Итого по 1 разделу	9	-	9	20							
	Раздел 2 Конфлюентный анализ											
	Тема 2.1 Конфлюентный анализ.	5	-	-	7	Подготовка к ЛЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР					
	Тема 2.2 Линейные модели.	2	-	4,5	7	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР					

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							
	Тема 2.3 Нелинейные модели.	2	-	4,5	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР				
	Работа по освоению 2 раздела:										
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 2 разделу	9	-	9	20						
	Раздел 3 Корреляционный анализ										
	Тема 3.1 Корреляционный анализ.	5	-	-	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР				
	Тема 3.2 Теория графов в корреляционном анализе.	2	-	6	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР				
	Работа по освоению 3 раздела:										
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 3 разделу	7	-	6	12						
	Раздел 4 Методы оптимизации										
	Тема 4.1 Методы оптимизации.	5	-	-	7	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР				
	Тема 4.2 Метод Гаусса-Зайделя.	2	-	5	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1];	Индивидуальные практические задачи				

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)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
					[7.2.2]; [7.3.1]	по разделам курса, РГР		
Тема 4.3 Градиентный метод.		2	-	5	6	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Индивидуальные практические задачи по разделам курса, РГР	
Работа по освоению 4 раздела:								
реферат, эссе (тема)								
расчётно-графическая работа (РГР)								
контрольная работа								
Итого по 4 разделу		9	-	10	19			
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР		34	-	34	71			
ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 20% с использованием интерактивных образовательных технологий)		34	-	34	71			

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Текущий контроль осуществляется для всех форм текущего контроля учебного процесса:

- контроль по темам лекционных занятий,
- решение практических задач,
- решение индивидуальных практических заданий;
- контрольные работы;
- расчетно-графические работы.

Типовые задания для текущего контроля усвоения знаний, умений и навыков представлены в оценочных материалах по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».

1) Примерный перечень индивидуальных заданий к практическим работам:

1. Построение и анализ регрессионной модели;
2. Составить выражения для оценки погрешностей и указать составляющие ошибок при измерении: предела прочности; относительного удлинения; относительного сужения; ударной вязкости.
3. Определить кодированное значение фактора, если известно значение фактора на основном уровне и интервал варьирования.

2) Примерный перечень контрольных вопросов:

1. Записать в общем виде уравнение регрессии: линейное, квадратичное (полное и неполное).
2. В чем смысл проверки адекватности уравнения регрессии? Как она производится?
3. На какой стадии исследовательской работы производится оценка погрешностей?

3) Пример задания расчетно-графической работы:

1. Построить математическую модель второго порядка зависимости предела прочности при растяжении (Y) тонкой ленты из смеси порошков, состоящая из: 85 % меди, 9 % никеля, 6 % олова, от режимов термической обработки. В качестве основного уровня и интервалов варьирования приняты для температуры закалки X_1 - 800°C и 50°C; времени закалки X_2 - 3ч и 1 ч; температуры старения X_3 - 400 °C и 100°C; времени старения X_4 - 2ч и 1ч. Варьирование каждого фактора X_i ведется на трех уровнях: нижнем, основном и верхнем.

4) Вопросы для устного (письменного) опроса

1. Значение математического моделирования при решении исследовательских и технологических задач.
2. Сущность экспериментального и аналитического методов моделирования, их преимущества и недостатки.
3. Сущность и разновидности задач оптимизации.
4. Примеры использования корреляционного и регрессионного анализа для уменьшения объема эксперимента, упрощения методики его проведения, при использовании методов неразрушающего контроля.
5. Требования, предъявляемые к факторам и параметрам оптимизации.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5 Шкала оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценке выполнения практических работ

Шкала оценивания	Текущий контроль	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

Таблица 6 – 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. Готов к использованию современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов	ИПК-1.1. Пользуется современными информационно-коммуникационными технологиями и глобальными информационными ресурсами для получения информации в области материаловедения и технологии материалов; ИПК-1.2. Анализирует информацию, полученную из современных информационно-коммуникационных источников и из глобальных информационных ресурсов; ИПК-1.3. Обобщает информацию, полученную из современных информационно-коммуникационных источников и глобальных информационных ресурсов.	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	Способен применять знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой	Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

<p>ПК-2. Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов</p>	<p>ИПК-2.1 Разрабатывает эксперименты для проведения оптимизации свойств материалов на основе требуемых свойств материала</p> <p>ИПК-2.2 Составляет план проведения измерений свойств материалов, полученных в ходе выполнения оптимационных экспериментов</p> <p>ИПК-2.3 Составляет технологический процесс изготовления образцов материалов в рамках эксперимента по оптимизации свойств</p>	<p>Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.</p>	<p>Способен применять знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой</p>	<p>Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.</p>	<p>Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p>
<p>ПК-11. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ИПК-11.1 Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности;</p> <p>ИПК-11.2 Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.</p>	<p>Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.</p>	<p>Способен применять знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой</p>	<p>Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.</p>	<p>Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p>

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) – «зачет»	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) – «зачет»	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) – «зачет»	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) – «незачет»	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. 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.

7.1.1. Организация эксперимента в металловедении и термообработке : Учебник / Т.В. Комарова, М.Н. Чезрова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева; Нижний Новгород, 2010, 284 с.

7.1.2. Лахтин Ю.М.Материаловедение : Учебник / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - М. : Альянс, 2013. - 528 с.

7.2. Справочно-библиографическая литература

7.2.1. Материаловедение и технологии материалов : Учебник / Г.П. Фетисов [и др.] ; Под ред. Г.П. Фетисова. – М.: Юрайт, 2014. – 768 с.

7.2.2. Композиционные материалы ; Учебное пособие / И.М. Мальцев, Е.С. Беляев и др.; НГТУ; Нижний Новгород, 2019. – 110 с.

7.3.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

7.3.1. Материаловедение. Прогнозирование свойств материалов. Комплекс учебно-методических материалов / В.К. Сорокин, Т.М. Колосова, Н.Новгород, НГТУ, 2010. – 78 с.

7.4 Перечень журналов по профилю дисциплины:

7.4.1 «Металловедение и термическая обработка металлов» Сайт — <http://mitom.folium.ru/index.php/mitom>

7.4.2. «Инженерное образование». Сайт — <http://www.ac-raee.ru/ru/magazin.htm>

7.4.3. Вестник машиностроения. Сайт
https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/

7.4.4. «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». Сайт - <http://ptsm.donntu.org/>

7.4.5. Научный журнал «Молодой ученый». Сайт — moluch.ru.

7.4.6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» . Сайт — <https://cyberleninka.ru>

8. 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).

8.1 Перечень информационных справочных систем

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. Образовательный математический сайт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.exponenta.ru – Загл. с экрана.
14. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.bestmetallurg.narod.ru – Загл. с экрана.

Таблица 7. 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/

8.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 8. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/

8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - 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

9. 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/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
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

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. 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". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 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 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1361 Экспериментальная лаборатория жаропрочных материалов и композитов (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «МТМиТОМ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Мимино, дом 24, корп. 1	(1) Учебная аудитория Рабочее место студента – 12 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Проектор ACER projector X118HP, Китай; Проекционный экран Lumien ECO Picture LEP -100105, Китай; Переносной ноутбук (2) Мультимедийный класс Рабочее место студента – 14 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Персональный компьютер, 14 шт. Телевизор Philips 55PUS8057/60, Китай, 2 шт.; (3) Лаборатория жаропрочных материалов и композитов Рабочее место студента – 5 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Дефектоскоп УСД-60ФР;	Microsoft Windows 10 P7 office(C/н 5260001439) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) Adobe Acrobat Reader DC-Russian. Интерактивный комплекс «Виртуальное материаловедение»: Thixomet PRO; COMSOL Multiphysics SIAMS 800

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		<p>Твердомер комбинированный МЕТ-УД;</p> <p>Энергодисперсионный спектрометр EDS;</p> <p>Вытяжной шкаф;</p> <p>Осциллограф;</p> <p>Пикнометр;</p> <p>Шлифовально-полировальный станок двухдисковый;</p> <p>(4) Лаборатория электронной микроскоопи Рабочее место студента – 3 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Моторизованный прямой оптический микроскоп (50-1000x) с управляющей вычислительной станцией; Прямой оптический микроскоп (50-500x);</p> <p>(5) Лаборатория рентгенографии Рабочее место студента – 3 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Дифрактометр рентгеновский общего назначения Дрон 2; Дифрактометр рентгеновский общего назначения Дрон 3.</p>	

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Этот раздел включает описание особенностей организации учебного процесса по дисциплине, методические рекомендации студентам по организации всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом: лекции, практические (семинарские) работы, самостоятельная работа по дисциплине.

11.1 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.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- интерактивные технологии;
- дискуссии;
- разбор конкретных ситуаций.

11.2 Методические указания для занятий лекционного типа

При преподавании дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях реализуются интерактивные технологии, ведется конспектирование учебного материала, который раскрывает 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 и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.

На практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

11.4. 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 7.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости
Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- РГР;
- Контрольные работы;

- решение индивидуальных практических заданий;
- зачет.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК1: ИПК-1.1-ИПК-1.2, ПК-1.3):

1. Значение математического моделирования при решении исследовательских и технологических задач.
2. Сущность экспериментального и аналитического методов моделирования, их преимущества и недостатки.
3. Сущность и разновидности задач оптимизации.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК2: ИПК-2.1-ИПК-2.2, ПК-2.3):

1. Статистическая значимость коэффициентов регрессии.
2. Проверка адекватности уравнения регрессии с помощью критерия Фишера.
3. Матрица планирования.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК11: ИПК-11.1-ИПК-11.2):

1. Математическая модель неполной третьей степени.
2. План построения уравнения регрессии второго порядка.
3. Требования, предъявляемые к факторам и параметрам оптимизации.

Пример оформления билета для проведения зачета

Нижегородский Государственный Технический
Университет им. Р.Е. Алексеева

Кафедра «Материаловедение, технология материалов и термическая обработка металлов»

Дисциплина: «Моделирование и оптимизация технологических процессов»

Билет № 1

1. Проверка адекватности уравнения регрессии с помощью критерия Фишера.
2. План построения уравнения регрессии второго порядка.

Зав. каф. МТМ и ТОМ Хлыбов А.А.

Преподаватель Рябов Д.А.

Типовые задания по каждому виду текущего контроля представлены в оценочных материалах по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».