

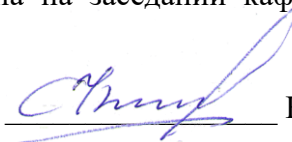


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой

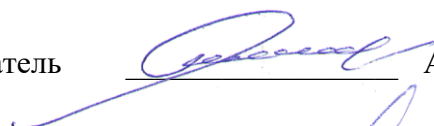


Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

05.02.2026 г. протокол № 5

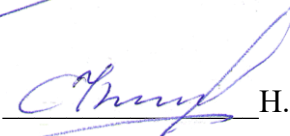
Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:


зав. кафедрой кафедры ЛПИМ, канд. техн. наук



Н.А. Феоктистов

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук



А.Ю. Перятинский

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения модуля обязательной дисциплины базовой части блока дисциплин учебного плана «Моделирование и оптимизация технологических процессов» является подготовка магистранта по направлению «Металлургия» и профилю подготовки «Литейное производство» к профессиональной деятельности в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта.

Поставленная цель реализуется на основе ознакомления студентов с основными современными методами моделирования и оптимизации, получения навыков самостоятельного решения оптимизационных задач путем выполнения численно-аналитических расчетов на практических занятиях и использования ЭВМ в лабораториях, выработки творческого подхода к разработке новых алгоритмов моделирования.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Моделирование и оптимизация технологических процессов входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Методология и методы научного исследования

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Организация научно-практических исследований

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование и оптимизация технологических процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях
ОПК-5.1	Знает: области применения аддитивных технологий в металлургии; как проводить научные исследования для получения базы данных о свойствах металлоизделий широкого назначения с последующей обработкой, анализом и интерпретацией полученных результатов
ОПК-5.2	Умеет: обоснованно применять аддитивные технологии в металлургии ; оценивать результаты научно-технических разработок по совокупности методологических признаков для выбора оптимальных решений по совершенствованию существующих технологических процессов в металлургической отрасли и смежных областях
ОПК-5.3	Имеет практический опыт: систематизировать и обобщать результаты для обоснования выбора оптимального решения при разработке инновационных технологических процессов в области металлургии и металлообработки
ОПК-91	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические, общеинженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или

незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	
ОПК-91.1	<p>Приобретает и адаптирует математические, естественнонаучные, социально-экономические, инженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач применения искусственного интеллекта</p> <p>Знает: математические, естественно-научные и технические методы для решения основных, нестандартных задач применения искусственного интеллекта;</p> <p>Умеет: адаптировать существующие математические, естественно-научные и социально-экономические методы для решения основных, нестандартных задач применения искусственного интеллекта</p>
ОПК-91.2	<p>Решает основные, нестандартные задачи применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественно-научных, социально-экономических, инженерных знаний и знаний в области когнитивных наук</p> <p>Знает: методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических, инженерных знаний и знаний в области когнитивных наук;</p> <p>Умеет: решать основные, нестандартные задачи применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>
ОПК-91.3	<p>Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> <p>Знает: особенности проведения теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p> <p>Умеет: проводить теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p> <p>Имеет практический опыт: адаптации существующих математических, естественнонаучных и социально-экономических методов для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта; решения нестандартных задач с использованием искусственного интеллекта; проведения теоретических и экспериментальных исследований</p>
ОПК-93 Способен анализировать профессиональную информацию для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров и презентаций с обоснованными выводами и рекомендациями	
ОПК-93.1	<p>Применяет принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации для решения задач области применения технологий и систем искусственного интеллекта</p> <p>Знает: способы обобщения и оценки результатов научных исследований;</p> <p>Умеет: обобщать и критически оценивать результаты</p>

	исследований, полученные отечественными и зарубежными исследователями
ОПК-93.2	<p>Анализирует профессиональную информацию, выделяет в ней главное, структурирует, оформляет и представляет в виде аналитических обзоров</p> <p>Знает: методы анализа профессиональной информации, структурирования, оформления и разработки аналитических обзоров.</p> <p>Умеет: анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров</p>
ОПК-93.3	<p>Подготавливает научные доклады, публикации и аналитические обзоры с обоснованными выводами и рекомендациями, участвует в российских и международных конференциях в области искусственного интеллекта и соревнованиях в этой области</p> <p>Знает: методы подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями анализа профессиональной информации, структурирования, оформления и разработки аналитических обзоров;</p> <p>Умеет: составлять научные доклады, публикации и аналитические обзоры с обоснованными выводами и рекомендациями, выступать на научных конференциях;</p> <p>Имеет практический опыт: научных докладов с представлением презентаций исследований с использованием систем искусственного интеллекта; анализа полученных результатов на основе искусственного интеллекта; в обобщении и оценивании результатов исследований, полученных отечественными и зарубежными исследователями</p>

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 45,85 акад. часов;
- аудиторная – 45 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,85 акад. часов;
- самостоятельная работа – 62,15 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Тема 1								
1.1 Основы процесса моделирования Понятия системы и элемента.	2	1,5		3	16	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-91.1, ОПК-91.2, ОПК-91.3, ОПК-93.1, ОПК-93.2, ОПК-93.3
Итого по разделу		1,5		3	16			
2. Тема 2								
2.1 Экспериментально-статистические методы математического описания	2	2,5		2	10	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-91.1, ОПК-91.2, ОПК-91.3, ОПК-93.1, ОПК-93.2, ОПК-93.3
Итого по разделу		2,5		2	10			
3. Тема 3								
3.1 Задачи статистической оптимизации	2	4		16,5		Проработка теоретического	Текущий контроль	ОПК-5.1, ОПК-5.2,

						материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам.	успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.3, ОПК-91.1, ОПК-91.2, ОПК-91.3, ОПК-93.1, ОПК-93.2, ОПК-93.3
Итого по разделу		4		16,5				
4. Тема 4								
4.1 Исследование операций. Идентификация	2	1		4,5	11,6	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-91.1, ОПК-91.2, ОПК-91.3, ОПК-93.1, ОПК-93.2, ОПК-93.3
Итого по разделу		1		4,5	11,6			
5. Тема 5								
5.1 Использование моделей для исследования, управления и обучения	2	3		2	12,15	Проработка теоретического материала. Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Текущий контроль успеваемости. Заслушивание докладов по теме	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-91.1, ОПК-91.2, ОПК-91.3, ОПК-93.1, ОПК-93.2, ОПК-93.3
Итого по разделу		3		2	12,15			
6. Тема 6								
6.1 Оптимизация технологии получения отливки	2	3		2	12,4	Проработка теоретического материала.	Текущий контроль успеваемости.	ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3,

						Изучение дополнительного материала. Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам	Заслушивание докладов по теме	ОПК-91.1, ОПК-91.2, ОПК-91.3, ОПК-93.1, ОПК-93.2, ОПК-93.3
Итого по разделу		3		2	12,4			
Итого за семестр		15		30	62,15		зачёт	
Итого по дисциплине		15		30	62,15		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» применяются традиционная и модульно-компетентностные технологии при проведении лекционных занятий.

При выполнении практических занятий используется технология коллективного взаимодействия. Занятия проводятся в виде обсуждения полученного задания, при этом студенты работают совместно с последующим групповым анализом полученных результатов. Например, структуру сплавов определяет каждый студент при изучении экспериментальных образцов, а анализ полученных результатов по единичным показателям, выполненных отдельными студентами, проводится групповым методом.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к индивидуальной проработке тем в процессе написания рефератов, выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) а) Основная литература:**

1. Герасимов, А. А. Математические методы в инжиниринге металлургического оборудования и технологий : учебное пособие / А. А. Герасимов. — Москва : МИСИС, 2017. — 41 с. — ISBN 978-5-906846-88-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108083> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Зубарев, Ю. М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий : учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-2405-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91887> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **б) Дополнительная литература:**

1. Адлер, Ю. П. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю. П. Адлер, Ю. В. Грановский. — Москва : МИСИС, 2016. — 182 с. — ISBN 978-5-87623-990-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93686> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Зубарев, Ю. М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий : учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-2405-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91887> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Адлер, Ю. П. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю. П. Адлер, Ю. В. Грановский. — Москва : МИСИС, 2016. — 182 с. —

ISBN 978-5-87623-990-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93686> (дата обращения: 20.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

Приложение 3

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
FlowVision	К-93-09 от 19.06.2009	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Delkam ArtCAM Pro 2011	К-308-12 от 19.11.2012	бессрочно
Delkam Power Shape 2012	К-308-12 от 19.11.2012	бессрочно
Delkam PowerMill Pro 2012	К-308-12 от 19.11.2012	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	<a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">URL:https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий оснащена:

- техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;

- специализированной мебелью.

2. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

- специализированной мебелью.

4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

- специализированной мебелью.

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:

- специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;

- инструментами для ремонта учебного оборудования;

- шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

По дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» предусмотрено выполнение практических и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение рефератов на практических занятиях в формате семинара.

Методические указания по подготовке к тестированию.

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения. Выполнение тестовых заданий предоставляет студентам возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые тестовые задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для формирования заданий использована закрытая форма. У студента есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий студенты должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников. Контрольные тестовые задания выполняются студентами на практических занятиях. Репетиционные тестовые задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к тестированию.

Перечень вопросов для подготовки к занятиям (для устного опроса или проведения тестирования):

Тема 1. Основы процесса моделирования

1. Задача дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов».
2. Структура курса – прогнозирование и оптимизация функции отклика.
3. Отсевание ошибочных и взаимовлияющих факторов.
4. Понятие о статистическом прогнозировании и управлении продукцией.
5. Неразрушающий контроль качества.
6. Понятие о генеральной совокупности и выборки случайной величины.

Тема 2. Экспериментально-статистические методы математического описания

1. Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики.
2. Проверка статистических гипотез.
3. Предварительная обработка статистических данных.
4. Дисперсионный анализ.
5. Гистограммы, диаграмма Парето, контрольные карты.

Тема 3. Задачи статистической оптимизации

1. Парный и множественный коэффициенты корреляции. Коэффициент детерминации.
2. Регрессионный анализ. Расчет парных и множественных регрессионных уравнений.
3. Показатели точности и адекватности регрессионных уравнений (критерии Стьюдента, Фишера, коэффициент эластичности и вклад факторов в функцию отклика,

остаточное среднеквадратическое отклонение – стандартное отклонение – регрессионного уравнения).

4. Методы поиска экстремальных значений (значений локальной оптимизации) функции отклика. Метод крутого восхождения – метод Бокса-Уилсона.

5. Понятие о непараметрическом методе оптимизации – метод Тагучи.

Тема 4. Исследование операций

1. Основные понятия метода.

2. Примеры применения метода.

Тема 5. Использование моделей для исследования, управления и обучения

1. Требования, предъявляемые к прогнозирующим регрессионным зависимостям.

2. Требования, предъявляемые к управляющим регрессионным зависимостям.

3. Понятие об адаптивном управлении.

4. Применение методики планированного эксперимента.

5. Требования к исходной выборке при планировании факторного эксперимента.

Тема 6. Оптимизация технологии получения отливки.

1. Постановка задачи оптимизации.

2. Математическая модель применимые для различных технологических процессов литья.

3. Применение программных комплексов (LVM Flow, Полигон) для разработки и оптимизации технологии изготовления отливки..

Темы и вопросы для рефератов:

1. Первичные параметры оценки выборки.

2. Оценочные критерии параметров генеральной совокупности.

3. Проверка статистических гипотез.

4. Вероятностные распределения случайной величины.

5. Требования к предварительной обработке выборки случайной величины.

6. Простые статистические методы оценки распределения случайной величины.

7. Контрольные карты.

8. Отсев грубых ошибок выборки.

9. Нормальное распределение.

10. Определение статистически необходимого объема выборки.

11. Дисперсионный анализ.

12. Парная корреляция.

13. Множественная корреляция.

14. Корреляционно-регрессионный анализ.

15. Линейные и нелинейные регрессионные уравнения.

16. Оценка точности, адекватности регрессионных уравнений.

17. Статистические функции в программной среде Excel.

18. Полный факторный математический планируемый эксперимент.

19. Дробный факторный математический планируемый эксперимент.

20. Поиск экстремальных значений функции отклика.

21. Непараметрическая статистика.

Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-5: Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях</b>		
ОПК-5.1	<p>Знает: области применения аддитивных технологий в металлургии; как проводить научные исследования для получения базы данных о свойствах металлоизделий широкого назначения с последующей обработкой, анализом и интерпретацией полученных результатов</p>	<p align="center"><b>Примерные практические задания</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задача дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов».</li> <li>2. Структура курса – прогнозирование и оптимизация функции отклика.</li> <li>3. Отсевание ошибочных и взаимовлияющих факторов.</li> <li>4. Понятие о статистическом прогнозировании и управлении качеством продукции.</li> <li>5. Неразрушающий контроль качества.</li> <li>6. Понятие о генеральной совокупности и выборки случайной величины.</li> <li>7. Краткие сведения из теории вероятности и математической статистики.</li> <li>8. Проверка статистических гипотез.</li> <li>9. Предварительная обработка статистических данных.</li> <li>10. Дисперсионный анализ.</li> <li>11. Гистограммы, диаграмма Парето, контрольные карты.</li> <li>12. Парный и множественный коэффициенты корреляции. Коэффициент детерминации.</li> </ol>
ОПК-5.2	<p>Умеет: обоснованно применять аддитивные технологии в металлургии; оценивать результаты научно-технических разработок по совокупности методологических признаков для выбора оптимальных решений по совершенствованию существующих</p>	<p align="center"><b>Теоретические вопросы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Случайная стохастическая величина.</li> <li>2. Функциональная и статистическая зависимость.</li> <li>3. Понятие генеральной совокупности и выборки.</li> <li>4. Статистические параметры для оценки случайной величины.</li> <li>5. Зависимые и независимые случайные величины.</li> <li>6. Факторы и функция отклика.</li> <li>7. Порядок отсеивания незначимых факторов.</li> <li>8. Распределения случайной величины.</li> <li>9. Нормальное распределение и его характеристики.</li> <li>10. Гистограммы.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	технологических процессов в металлургической отрасли и смежных областях	11. Диаграмма Парето. 12. Причинно-следственная диаграмма Исикавы. 13. Контрольные карты. Способы их построения и оценки изменчивости параметров качества. 14. Расчет статистически необходимого объема выборки. 15. Парный и множественный коэффициенты корреляции. Коэффициент детерминации. 16. Корреляционно-регрессионный анализ. 17. Расчет регрессионного уравнения. Оценка точности уравнения и его адекватности реальному процессу.
ОПК-5.3	Имеет практический опыт: систематизировать и обобщать результаты для обоснования выбора оптимального решения при разработке инновационных технологических процессов в области металлургии и металлообработки	<p style="text-align: center;"><b>Примерный перечень тем семинаров-рефератов</b></p> 1. Первичные параметры оценки выборки. 2. Оценочные критерии параметров генеральной совокупности. 3. Проверка статистических гипотез. 4. Вероятностные распределения случайной величины. 5. Требования к предварительной обработке выборки случайной величины. 6. Простые статистические методы оценки распределения случайной величины. 7. Контрольные карты. 8. Отсев грубых ошибок выборки. <p style="text-align: center;"><b>Примерный перечень тем к индивидуальным практическим заданиям:</b></p> 1. Оптимизация технологического процесса изготовления отливки «Дуга». 2. Разработать технологические мероприятия, направленные на оптимизацию процесса формовки изделия в литейном цехе; 3. Оптимизация процесса выплавки литейного сплава.
<b>ОПК-91 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические, инженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</b>		
ОПК-91.1	Приобретает и адаптирует математические,	<p style="text-align: center;"><b>Примерные практические задания</b></p> 1. Требования, предъявляемые к управляющим регрессионным зависимостям.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>естественнонаучные, социально-экономические, общеинженерные знания и знания в области когнитивных наук для решения основных, нестандартных задач применения искусственного интеллекта</p> <p>Знает: математические, естественно-научные и технические методы для решения основных, нестандартных задач применения искусственного интеллекта;</p> <p>Умеет: адаптировать существующие математические, естественно-научные и социально-экономические методы для решения основных, нестандартных задач применения искусственного интеллекта</p>	<p>2. Понятие об адаптивном управлении.</p> <p>3. Применение методики планированного эксперимента.</p> <p>4. Требования к исходной выборке при планировании факторного эксперимента.</p> <p>5. Постановка задачи оптимизации управления тепловым режимом в рабочем пространстве термических печей.</p> <p>6. Математическая модель функционирования системы автоматической оптимизации управления тепловым режимом термических печей.</p> <p>7. Расчет коэффициентов уравнения регрессии с применением метода наименьших квадратов.</p>
ОПК-91.2	Решает основные,	<b>Теоретические вопросы</b>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>нестандартные задачи применения искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественно-научных, социально-экономических, общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук</p> <p>Знает: методы решения нестандартных профессиональных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических, общеинженерных знаний и знаний в области когнитивных наук;</p> <p>Умеет: решать основные, нестандартные задачи применения</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методика планируемого эксперимента.</li> <li>2. Требования к исходной выборке при планировании эксперимента.</li> <li>3. Полный факторный математически планируемый эксперимент.</li> <li>4. Дробный факторный математически планируемый эксперимент.</li> <li>5. Непараметрическая статистика.</li> <li>6. Поиск экстремальных значений функции отклика.</li> <li>7. Метод крутого восхождения Бокса-Уилсона.</li> <li>8. Методы Тагучи.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	искусственного интеллекта, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	
ОПК-91.3	<p>Проводит теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p> <p>Знает: особенности проведения теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p> <p>Умеет: проводить теоретическое и экспериментальное</p>	<p align="center"><b>Примерный перечень тем семинаров – рефератов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Линейные и нелинейные регрессионные уравнения.</li> <li>2. Оценка точности, адекватности регрессионных уравнений.</li> <li>3. Статистические функции в программной среде Excel.</li> <li>4. Полный факторный математический планируемый эксперимент.</li> <li>5. Дробный факторный математический планируемый эксперимент.</li> <li>6. Поиск экстремальных значений функции отклика.</li> <li>7. Непараметрическая статистик.</li> </ol> <p align="center"><b>Примерный перечень тем к индивидуальному практическому заданию:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимизация процесса нагрева прокатных валков при термической обработке;</li> <li>2. Оптимизация расхода шихтовых материалов при выплавке стали при помощи нейронных сетей;</li> <li>3. Оптимизация расчёта шихты при помощи нейронных сетей</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>исследование объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p> <p>Имеет практический опыт: адаптации существующих математических, естественнонаучных и социально-экономических методов для решения основных, нестандартных задач создания и применения искусственного интеллекта; решения нестандартных задач с использованием искусственного интеллекта; проведения теоретических и экспериментальных исследований</p>	
<p><b>ОПК-93 Способен анализировать профессиональную информацию для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров и презентаций с обоснованными выводами и рекомендациями</b></p>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-93.1	<p>Применяет принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации для решения задач области применения технологий и систем искусственного интеллекта</p> <p>Знает: способы обобщения и оценки результатов научных исследований;</p> <p>Умеет: обобщать и критически оценивать результаты исследований, полученные отечественными и зарубежными исследователями</p>	<p style="text-align: center;"><b>Примерные практические задания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Регрессионный анализ. Расчет парных и множественных регрессионных уравнений.</li> <li>2. Показатели точности и адекватности регрессионных уравнений (критерии Стьюдента, Фишера, коэффициент эластичности и вклад факторов в функцию отклика, остаточное среднеквадратическое отклонение – стандартное отклонение – регрессионного уравнения).</li> <li>3. Методы поиска экстремальных значений (значений локальной оптимизации) функции отклика. Метод крутого восхождения – метод Бокса-Уилсона.</li> <li>4. Понятие о непараметрическом методе оптимизации – метод Тагучи.</li> <li>5. Требования, предъявляемые к прогнозирующим регрессионным зависимостям.</li> </ol>
ОПК-93.2	<p>Анализирует профессиональную информацию, выделяет в ней главное, структурирует, оформляет и представляет в виде аналитических обзоров</p> <p>Знает: методы анализа профессиональной информации,</p>	<p style="text-align: center;"><b>Теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Критерии Стьюдента, Фишера.</li> <li>2. Остаточное среднеквадратическое отклонение – остаточное стандартное отклонение.</li> <li>3. Оценка вклада факторов на значение функции отклика. Коэффициент эластичности.</li> <li>4. Дисперсионный анализ.</li> <li>5. Корректировка прогнозирующего уравнения регрессии при статистическом приемочном контроле по корреляционной связи между параметрами.</li> <li>6. Понятие об управлении в автоматизированном режиме.</li> <li>7. Адаптивное управление</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>структурирования, оформления и разработки аналитических обзоров.</p> <p>Умеет: анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров</p>	
ОПК-93.3	<p>Подготавливает научные доклады, публикации и аналитические обзоры с обоснованными выводами и рекомендациями, участвует в российских и международных конференциях в области искусственного интеллекта и соревнованиях в этой области</p> <p>Знает: методы подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями анализа</p>	<p style="text-align: center;"><b>Примерный перечень тем семинаров – рефератов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нормальное распределение.</li> <li>2. Определение статистически необходимого объема выборки.</li> <li>3. Дисперсионный анализ.</li> <li>4. Парная корреляция.</li> <li>5. Множественная корреляция.</li> <li>6. Корреляционно-регрессионный анализ.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Примерный перечень тем к индивидуальному практическому заданию:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчёт алгоритма построения маршрутной карты производства литого изделия: задача оптимизации технологии при помощи компьютерных систем;</li> <li>2. Оптимизация химического состава сплава по критерию «минимальная стоимость»;</li> <li>3. Оптимизация процесса работы дуговой печи при помощи нейронных сетей.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>профессиональной информации, структурирования, оформления и разработки аналитических обзоров;</p> <p>Умеет: составлять научные доклады, публикации и аналитические обзоры с обоснованными выводами и рекомендациями, выступать на научных конференциях;</p> <p>Имеет практический опыт: научных докладов с представлением презентаций исследований с использованием систем искусственного интеллекта; анализа полученных результатов на основе искусственного интеллекта; в обобщении и оценивании результатов исследований, полученных отечественными и зарубежными исследователями</p>	

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине может проводиться в устной форме, которая включает 2 теоретических вопроса, либо в виде тестов, на усмотрение преподавателя. Обязательно выполнение практического задания, выданного преподавателем.

Форма проведения зачета (устная либо в виде тестирования) должна быть одинаковой для всех обучающихся в группе.

В случае спорной ситуации между обучающимся и преподавателем, принимающим промежуточную аттестацию, заведующий кафедрой может по заявлению обучающегося назначить комиссионную сдачу зачета по тестированию, утвержденному заседанием кафедры.

**Методические указания**

Индивидуальное практическое задание выполняется в виде реферата по ниже приведенным требованиям.

**Примерный перечень тем докладов при проведении практических занятий в формате семинара**

1. Нормальное распределение.
2. Определение статистически необходимого объема выборки.
3. Дисперсионный анализ.
4. Парная корреляция.
5. Множественная корреляция.
6. Корреляционно-регрессионный анализ.
7. Линейные и нелинейные регрессионные уравнения.
8. Оценка точности, адекватности регрессионных уравнений.
9. Статистические функции в программной среде Excel.
10. Полный факторный математический планируемый эксперимент.
11. Дробный факторный математический планируемый эксперимент.
12. Поиск экстремальных значений функции отклика.
13. Непараметрическая статистик.
14. Первичные параметры оценки выборки.
15. Оценочные критерии параметров генеральной совокупности.
16. Проверка статистических гипотез.
17. Вероятностные распределения случайной величины.
18. Требования к предварительной обработке выборки случайной величины.
19. Простые статистические методы оценки распределения случайной величины.
20. Контрольные карты.
21. Отсев грубых ошибок выборки.

## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Реферат (Р) выполняется в формате А4, 1,5 интервал, основной шрифт Times New Roman или Arial, предпочтительный размер шрифта 12-14, цвет – черный. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры.

**Р включает** в себя следующие **разделы**: титульный лист, содержание, основная часть, список используемой литературы.

**Содержание** должно отражать все материалы, помещенные в Р. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка, симметрично тексту, с прописной буквы. В содержание включают наименование всех разделов, список использованных источников с указанием страниц, с которых они начинаются. *Пример оформления содержания в Приложении В.*

Наименования основных разделов должны отражать характер задания. Текст Р следует выполнять, соблюдая размеры полей: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, абзацный отступ – 10 мм.

**Список использованной литературы** должен содержать сведения о всех источниках информации, использованных при выполнении Р. Заголовки «Список использованных источников» записываются симметрично тексту с прописной буквы.

Источники в списке нумеруются арабскими цифрами либо в порядке их упоминания в отчете, либо в алфавитном порядке.

*Пример оформления ссылок:*

1. Эгертон Р. Ф. Физические принципы электронной микроскопии. Введение в просвечивающую, растровую и аналитическую электронную микроскопию : пер. с англ. М. : Техносфера, 2010. 300 с.

2. Родионов Ю.Л., Щербединский Г.В., Максимова О.П., Юдин Г.В. Высокопрочные инварные сплавы // Сталь. 2000. №5. С. 76-80.

3. <http://www.nanonewsnet.ru/> - сайт о нанотехнологиях #1 в России (дата обращения).

### Общие требования к оформлению реферата (Р)

**Разделы**, подразделы должны иметь заголовки. Заголовки разделов, подразделов и пунктов следует начинать с абзацного отступа, с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. В начале заголовка помещают номер соответствующего раздела и т.п. переносы слов в заголовках не допускаются.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно удвоенному межстрочному расстоянию; между заголовками раздела и подраздела – одному межстрочному расстоянию.

**Таблицы** применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей и, как правило, оформляются в соответствии с рисунком 1.

Таблица помещается в тексте сразу же за первым упоминанием о ней или на следующей странице.

Таблицы, за исключением приведенных в приложении, нумеруются в пределах каждого раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы в пределах раздела, разделенных точкой.

Заголовки граф таблицы выполняют с прописных букв, а подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописной – если они самостоятельные.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу заголовков помещают только над первой частью таблицы, над другими частями справа пишется слово «Продолжение» и указывается порядковый номер таблицы, пример: «Продолжение таблицы 2.7». Нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Если строки и графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой таблице повторяется головка, во втором случае – боковик.

Таблица 6.2 – Основные характеристики прибора

Наименование параметра	Норма для типа	
	P-25	P-75
1	2	3
Максимальная пропускная способность, л/мин, не более	25	75
Масса, кг, не более	10	20

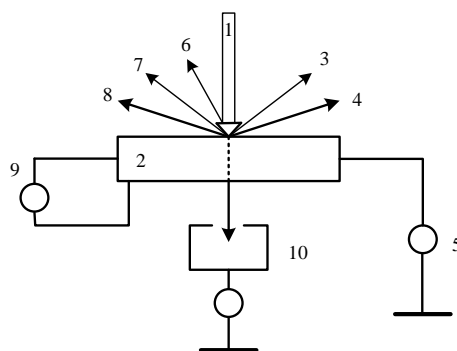
Рисунок 1 – Пример оформления таблиц

**Иллюстрации** (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки и т.п.) следует располагать непосредственно после первого упоминания в тексте, или на следующей странице. Все иллюстрации именуется в тексте рисунками и нумеруются в пределах каждого раздела. Номер иллюстрации составляется из номера раздела и порядкового номера иллюстрации в пределах данного раздела, разделенных точкой, например : «рисунок 5.1».

На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 1.2».

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование, например: «Рисунок 1.2 – Схема алгоритма» и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «рисунок», его номер и наименование помещают ниже изображения после пояснительных данных симметрично иллюстрации.

Пример оформления иллюстрации с подрисуночным текстом представлен на рисунке 2.



1 – электронный пучок; 2 – образец; 3 – отраженные электроны; 4 – вторичные электроны; 5 – ток поглощения; 6 – катодоллюминесценция; 7 – рентгеновское излучение; 8 – Оже-электроны; 9 – наведенный ток; 10 – прошедшие электроны  
 Рисунок 2 - Эффекты, возникающие при взаимодействии электронного пучка с веществом и используемые для формирования изображения в РЭМ

**Формулы** следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Формулы должны приводиться в общем виде с расшифровкой входящих в них буквенных значений.

Пример –

Плотность в килограммах на кубический метр вычисляются по формуле

$$\rho = m/V,$$

(4.1)

где  $\rho$  – плотность материала образца, кг/м<sup>3</sup>;

$m$  – масса образца, кг;

$V$  – объем образца, м<sup>3</sup>.

Формулы должны нумероваться в пределах всего текста арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в пределах раздела, разделенных точкой, например (2.10).

В текстовом документе допускаются **ссылки** на элементы самого текстового документа, стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования и не вызывают затруднений в пользовании документом. При ссылках на элементы текстового документа указывают номера структурных частей текста, формул, таблиц, рисунков, обозначения чертежей и схем.

При ссылках на структурные части текстового документа указывают номера разделов, приложений и т.п., например: «... в соответствии с разделом 2», «...согласно 3.1» и т.п.

Ссылки в тексте на номер формулы «... согласно формуле (1.2)», таблицы «... в таблице 3.2, графа 4», иллюстрацию «... в соответствии с рисунком 2.3».

При ссылке в тексте на использованные источники информации следует приводить порядковые номера по списку использованных источников, заключенные в квадратные скобки, например: «... в работах [11, 15-17]».

# А

## Пример оформления содержания ОП

### Содержание

Введение	3
1	5
2	10
3	15
4	20
5	25
.....	
.....	
Заключение	40
Список использованных источников	41

