



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММяМ  
А.С. Савитов

15.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ***

Направление подготовки (специальность)

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль/специализация) программы

Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт / факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	4
Семестр	7, 8

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 701)

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

21.01.2022, протокол № 6

Зав. кафедрой  Н.А. Фекистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ


15.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  А.С. Суннов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЛПИМ, д-р техн. наук  А.Б. Сытков

Рецензент:

доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук  М.А.

Шекшеев

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 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 2024 - 2025 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 2025 - 2026 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 2026 - 2027 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 дисциплины «Основы проектирования технологических процессов» является подготовка бакалавров по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилю подготовки «Материаловедение и технологии материалов (в машиностроении)» к профессиональной деятельности в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта.

Основы проектирования технологических процессов является самостоятельной профилирующей работой студентов, проводимой на кафедре и базовых предприятиях с использованием индивидуальных форм обучения. Задача дисциплины – развитие у студентов практических навыков организации, планирования и проведения научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ; закрепление и расширение теоретических знаний, приобретенных за время обучения, в процессе выполнения индивидуального задания. А именно, формирование умений и навыков по следующим направлениям деятельности:

- освоение методов постановки и организации научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ;
- изучение и анализ отечественной и зарубежной литературы по теме выполняемой работы, включая патентный поиск;
- приобретение навыков практического использования конкретных методов структурного анализа, математических методов планирования и обработки результатов экспериментов, моделирования и оптимизации составов и свойств материалов, процессов термической и химико-термической обработки, а также методов проектирования современного оборудования и его элементов на основе анализа и синтеза имеющихся аналогов;
- составление и оформление отчета о проделанной работе.

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

Дисциплина Основы проектирования технологических процессов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Инновационные методы создания многофункциональных материалов

Физические свойства материалов

Методы исследования материалов и процессов

Механические свойства материалов

Основы структурного анализа материалов

Поверхностное упрочнение и модификация поверхностей

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы проектирования технологических процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-7	Способен разработать режим типового технологического процесса термической и химико-термической обработки в области материаловедения и технологии материалов

ПК-7.1	Разрабатывает типовой технологический режим термической и химико-термической обработки
--------	--

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 154,15 акад. часов;
- аудиторная – 144 акад. часов;
- внеаудиторная – 10,15 акад. часов;
- самостоятельная работа – 26,45 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовой проект

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.								
1.1 Формулирование цели и задач учебной дисциплины. Методы постановки и организации научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ.	7	9		6	2,22	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 1.	ПК-7.1
1.2 Теория и практическое использование конкретных методов структурного анализа при оценке качества запроектированных технологий и оборудования для ТО и ХТО.		9		6	2,2	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК-7.1
1.3 Математические методы обработки результатов экспериментов, моделирования и оптимизации составов и свойств материалов, процессов термической и химико-термической обработки.		12		6	2,22	Математические методы обработки результатов экспериментов, моделирования и оптимизации составов и свойств материалов, процессов термической и химико-термической обработки.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 3-8.	ПК-7.1

1.4	Статистическая обработка экспериментальной выборки с определением ее первичных параметров, геометрическое представление экспериментальной выборки (гистограммы). Отсевание статистически незначимых факторов, установление статистически значимых видов связи между функцией отклика и факторами при помощи		9		6	2,22	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 3-8.	ПК-7.1
1.5	Получение регрессионных статистических зависимостей для прогнози-рования, управления технологическими процессами из исходной эксперимен-тальной выборки методом наименьших квадратов (МНК). Оценка качества полученных регрессий по показателям параметров - R, F, t, Sост. Аттестация металлопродукции по корреляционной связи между параметрами, корректировка уравнений по изменению свободного члена уравнения. Определение вклада факторов в функцию отклика по коэффициенту эластичности.		6		6	2,22	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 6.	ПК-7.1
1.6	Применение для расчета регрессионных зависимостей методики мате-матического планируемого эксперимента. Поиск оптимума функции отклика (параметра оптимизации) методом крутого восхождения Бокса- Уилсона.		9		6	2,22	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 7, 8.	ПК-7.1
1.7	Проведение экспериментального исследования или проектирования (моделирования) конструкции – оборудования.	8	9		9	4,39	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 9.	ПК-7.1

1.8 Методы проектирования технологии и современного оборудования и его элементов на основе анализа и синтеза имеющихся отечественных и мировых аналогов	9		9	4,38	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 9.	ПК-7.1
1.9 Формирование текста (пояснительной записки), презентации, доклада и защита курсового проекта по дисциплине "Основы проектирования технологических процессов".	9		9	4,38	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 9.	ПК-7.1
Итого по разделу	81		63	26,45			
Итого за семестр	27		27	13,15		экзамен, кп	
Итого по дисциплине	81		63	26,45		экзамен, курсовой проект	



## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Основы проектирования технологических процессов» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии. Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Лекции читаются с использованием мультимедийного оборудования, презентационных материалов.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении практических занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

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, выполнения курсового проекта 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. Сысоев, С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1140-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71767> (дата обращения: 12.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств : учебник / В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, Н.П. Солнышкин, С.И. Дмитриев. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1629-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50682> (дата обращения: 12.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **б) Дополнительная литература:**

1. Проектирование: сущность, структура, функции : монография / Т. В. Усатая, Д. Ю. Усатый, Л. В. Дерябина и др.; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=55.pdf&show=dcatalogues/1/1136753/55.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Ковальчук, С.Н. Проектирование технологических процессов в САПР : учебное пособие / С.Н. Ковальчук. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 73 с. — ISBN 978-5-906969-31-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105410> (дата обращения: 12.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **в) Методические указания:**

1. Статистические методы обработки и анализа числовой информации, контроля и управления качеством проката/М.И. Румянцев, С.А. Левандовский, Н.А. Ручинская, К.Е. Черкасов, А.В. Логинов. – Учебное пособие. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 257 с.

2. Молочкова О.С. Варианты заданий по анализу числовой информации для бакалавров. – Методические указания. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 15 с.

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

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
STATISTICA	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа 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 проведения практических занятий оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

### Оценочные средства для проведения текущего контроля в виде аудиторной контрольной работы (АКР)

*Перечень тем для подготовки к практическим занятиям:*

АКР № 1. Методы постановки и организации научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ

По выбору и заданию преподавателя применить на практике положения ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП, САПР и методов программного проектирования, по организации НИР и НИОКР для разработки локальных планов НИР и НИОКР.

АКР № 2. Практическая оценка структуры металла и качества запроектированных технологий и оборудования для ТО и ХТО

По заданию преподавателя оценить представленную им микроструктуру металлического образца без ТО (ХТО) и/или с ТО (ХТО). Назначить или определить технологию термического воздействия для обеспечения эффективного назначения сплава для его использования в конкретных целях. Выбрать оборудование для осуществления ТО (ХТО).

АКР № 3. Математические методы обработки результатов экспериментов, моделирования и оптимизации составов и свойств материалов, процессов термической и химико-термической обработки

Перечислить существующие методы моделирования и оптимизации химического состава металлов и технологических режимов ТО и ХТО, проанализировать область применения и эффективность каждого из них.

АКР № 4. Экспериментальная выборка, ее первичные параметры, гистограммы

Рассчитать в произвольной выборке случайных величин ее параметры -  $X_{\min}$ ,  $X_{\max}$ ,  $R = X_{\max} - X_{\min}$ ,  $X_{\text{ср}}$ ,  $S$ ,  $V = (S / X_{\text{ср}})100$  %, мода, медиана, построить гистограмму распределения одного из факторов (по заданию преподавателя).

АКР № 5. Отсевание ошибочных и взаимовлияющих факторов. Выбор типа регрессионного уравнения

По исходной произвольной выборке случайных величин, заданной преподавателем, рассчитывают коэффициенты парной корреляции между независимыми факторами  $X_i$ , сравнивают эти коэффициенты корреляции с табличными значениями критических коэффициентов корреляции (в зависимости от объема выборки и значимости – вероятности обеспеченности –  $\alpha = 1-p$ , где  $p$  – вероятностная характеристика) -  $r_{\text{кр}}$ . Значения  $r_{\text{кр}}$  определяют по специальным статистическим таблицам, помещенным в специальные справочники или литературе по математической статистике. Для определения значимых и незначимых коэффициентов парной корреляции между  $X_i$  строят корреляционную таблицу в виде:

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$
$X_1$	1	$r_{x_1,x_2}$	$r_{x_1,x_3}$	$r_{x_1,x_4}$	$r_{x_1,x_5}$
$X_2$		1	$r_{x_2,x_3}$	$r_{x_2,x_4}$	$r_{x_2,x_5}$
$X_3$			1	$r_{x_3,x_4}$	$r_{x_3,x_5}$
$X_4$				1	$r_{x_4,x_5}$
$X_5$					1

Затем факторы, имеющие наибольшее количество значимых коэффициентов парных корреляций итерационно исключаются из рассмотрения. В конечном итоге остаются

независимые факторы, независимые друг от друга. При отсеивании ошибочных факторов необходимо принимать во внимание физический смысл – важность конкретного фактора по степени его влияния на функцию отклика.

АКР № 6. Регрессионный анализ. Показатели точности и адекватности регрессионных уравнений (критерии Стьюдента, Фишера, коэффициент эластичности и вклад факторов в функцию отклика, остаточное среднеквадратическое отклонение – стандартное отклонение – регрессионного уравнения)

Для расчета коэффициентов регрессионных уравнений  $a_0, a_i$  применяется расчетный метод наименьших квадратов (МНК) с использованием исходной выборки случайных величин. МНК предполагает поиск экстремального (минимального) значения функционала суммы разности в квадрате между фактическими и расчетными значениями функции отклика:

$$F = \sum (y_{\text{факт.}} - y_{\text{расч.}})^2 \rightarrow \min (0).$$

В уравнение подставляются построчно фактические значения  $y_{\text{факт.}}$  и  $y_{\text{расч.}}$  в виде уравнения. Для решения указанного функционала необходимо получить систему уравнений в частных производных и каждое из уравнений приравнять к нулю. Таким образом, получатся значения свободного члена уравнения  $a_0$  и коэффициенты при независимых переменных  $a_i = a_{xi}$ . Для оперативного решения МНК применяется программное обеспечение Excel ( $f_x \rightarrow$  линейн). В подпрограмме «линейн» указываются координаты  $y_i$  и  $x_i$ , затем набираются позиции «ИСТИНА» и затем Shift+Ctrl+Enter. В предварительно выделенное поле программно помещаются результаты расчета – коэффициенты  $a_0, a_i = a_{xi}$  (первая строка), коэффициент детерминации  $R^2$  (3-я строка, 1-й столбец), критерий Фишера F (4-ая строка, 1-ый столбец).

Коэффициент множественной корреляции R характеризует степень линейной связи уравнения регрессии с реальным процессом (выборкой). При R больше критического, табличного коэффициента корреляции линейность этой связи статистически значима.

Критерий Фишера (F) представляет собой отношение стандартных отклонений расчетного массива данных к фактической выборки в квадрате; в этом случае уравнение признается адекватным реальным значениям выборки, если  $F_{\text{расч.}} > F_{\text{табл.}}$ .  $F_{\text{табл.}}$  определяется по специальным таблицам (в любом справочнике, пособии по математической статистике) в зависимости от объема исходной выборки и степени свободы, которая определяется разницей между объемом выборки и количеством независимых переменных в регрессионном уравнении.

Регрессионное уравнение также оценивается по остаточному стандартному отклонению –  $S_{\text{ост}} = (1 - R^2)^{0,5}$ . Чем меньше значение  $S_{\text{ост}}$ , тем точнее регрессионное уравнение.

Оценка значимости коэффициентов при факторах ( $a_i$  при  $X_i$ ) проводится по расчету значений критерия Стьюдента –  $t = a_i/S_{xi}$ , которое сравнивается с табличным значением (см. любое издание по математической статистике).

Получение регрессионных статистических зависимостей для прогнозирования, управления технологическими процессами из исходной экспериментальной выборки методом наименьших квадратов (МНК). Оценка качества полученных регрессий по показателям параметров - R, F, t,  $S_{\text{ост}}$ . Аттестация металлопродукции по корреляционной связи между параметрами, корректировка уравнений по изменению свободного члена уравнения. Определение вклада факторов в функцию отклика по коэффициенту эластичности.

АКР № 7. Методы поиска экстремальных значений (значений локальной оптимизации) функции отклика. Метод крутого восхождения – метод Бокса-Уилсона

Найти экстремальное значение параметра оптимизации в области определения функции двух и многофакторных уравнений (метод крутого восхождения Бокса-Уилсона) с применением итерационного пошагового метода в направлении градиента.

АКР № 8. Расчитать оптимальную технологию термической обработки металлов и сплавов на примере рекристаллизационного отжига низкоуглеродистой стали 08Ю

Построить матрицу полного факторного эксперимента типа  $2^n \rightarrow 2^2$  и  $2^3$ . Определить значимые элементы химического состава стали и технологические параметры, влияющие на механические свойства и структуру металла. При составлении матрицы планирования эксперимента необходимо учитывать четыре свойства существования уровней факторов: симметричность, ортогональность, ротатабельность, условие нормировки.

Определить коэффициенты уравнения по известному алгоритму:  $a_i = (\sum x_i y_i)/n$ ,  $a_0 = \sum y_i/n$ .

АКР № 9. Провести экспериментальное исследование или проектирование (моделирование) конструкции – оборудования

Разработать (по заданию преподавателя) технологию конкретного вида ТО или ХТО и выбрать состав оборудования по критерию экономии энергоресурсов и обеспечения максимального качества металлического изделия с учетом отечественного и зарубежного опыта.

*Методические рекомендации для подготовки к семинару – практическим занятиям*

Семинар - вид групповых занятий по какой-либо научной, учебной и другой проблематике, активное обсуждение участниками заранее подготовленных сообщений, докладов и т.п. С тематикой семинаров студенты знакомятся заранее. Алгоритм подготовки к семинару следующий: выбрав тему, студент составляет свой план-график подготовки к семинару. Для приобретения широкого видения проблемы студент старается осмыслить ее в общем объеме; познакомиться с темой по базовому учебному пособию или другой основной рекомендуемой литературе; выявить основные идеи, раскрывающие данную проблему; сверить их определения со справочниками, энциклопедией; подготовить план-конспект раскрытия данной проблемы; выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения; составить тезисы выступления на отдельных листах для последующего внесения дополнений и подготовить доклад или реферат для сообщения на семинаре; проанализировать собранный материал для дополнительной информации по темам семинара; готовясь к выступлению на семинаре, по возможности проконсультироваться с преподавателем; относиться к собранному материалу, как к источнику будущих исследований.

Семинарские занятия расширяют и закрепляют знания, заложенные в теории предмета. На них выносятся вопросы, особенно необходимые для практики, или проблемные вопросы, которые возможно решить только в процессе сотрудничества. Среди обязательных требований к семинару - предварительное ознакомление с темой, вопросами и литературой по данной теме.

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает семинар-дискуссия, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента; обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки; для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Также в семинар включаются вопросы для интеллектуальной разминки (иногда это дискуссионная статья, по которой ставятся проблемные вопросы); дискуссия может разворачиваться заочно как круговой семинар. Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проходит "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выяв-

ляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике. На сессии преподаватель обобщает результаты проделанной студентом работы.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным вопросам изучаемого предмета.

Семинар-исследование предполагает предварительную работу - написание реферата, доклада по итогам опытной работы. Участие в нем - это, прежде всего, диалог студента с преподавателем. Результаты обсуждаются на семинаре с наглядным показом исследовательского материала (схемы, таблицы, графики, диагностические методики). Частично материал может быть включен в ВКР. При подготовке к семинару-исследованию студент изучает результаты теоретических исследований, составляет библиографию по теме, учится писать обзоры по технической задаче-проблеме.

Проблемный семинар готовится преподавателем достаточно основательно: подбираются проблемные и контрольно-проверочные вопросы. Такой семинар возможен только после прохождения темы. К нему студенты готовятся по литературным источникам: монографии, справочники, словари, журналы. К проблемному семинару просматривается литература в рамках различных исследовательских школ (например "Традиционные и нетрадиционные подходы к проблеме").

Наибольшую эффективность приносят семинары, проводимые в форме коллективной познавательной деятельности, имеющей определенные особенности, а именно:

- разделение студентов на группы по их желанию (с обязательным участием студента с устойчивым интересом к данному предмету);
- постановка общих целей и задач для группы;
- работа в последовательности - индивидуальная, парная (чаще всего перекрестный опрос), работа в группе, коллективная;
- обязательное предварительное ограничение по времени каждого этапа занятий;
- экспертный анализ с расчетом коэффициента конкордации;
- оценка работы группы преподавателем;
- проведение самооценки.

Примерный перечень тем рефератов в виде индивидуальных домашних задач (ИДЗ)

ИДЗ № 1. Методы постановки и организации научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ

1. Положения ЕСКД.
2. Положения ЕСТД.
3. Положения ЕСТПП.
4. Основы САПР.
5. Методы программного проектирования.
6. Организации НИР и НИОКР.

ИДЗ № 2. Практическое использование конкретных методов структурного анализа при оценке качества запроектованных технологий и оборудования для ТО и ХТО

1. Световая микроскопия и методики исследования.
2. Электронная микроскопия и методики исследования.
3. Рентгеноструктурный анализ.
4. Классификация видов ТО и ХТО.
5. Основные определения и понятия проектирования технологических процессов.
6. Проектирование технологии и оборудования ТО и ХТО.

ИДЗ № 3. Математические методы обработки результатов экспериментов, моделирования и оптимизации составов и свойств материалов, процессов термической и химико-термической обработки

1. Классификация методов обработки результатов эксперимента.

2. Классификация методов моделирования и оптимизации составов и свойств материалов.
3. Классификация методов моделирования и оптимизации процессов термической и химико-термической обработки.
4. Планирование эксперимента.
5. Методы оптимизации параметров.

ИДЗ № 4. Анализ экспериментальной выборки, гистограммы. Корреляционный анализ: отсеивание статистически незначимых факторов, установление связи между функцией отклика и факторами

1. Статистические характеристики случайной выборки.
2. Графическое распределение случайной величины – гистограммы.
3. Расчет коэффициентов парной корреляции между случайными переменными.
4. Построение корреляционной матрицы (таблицы).
5. Отсеивание незначимых факторов. Установление вида связи между зависимыми и независимыми переменными

ИДЗ № 5. Расчет регрессионных уравнений методом наименьших квадратов (МНК). Оценка качества уравнений. Аттестация металлопродукции по корреляционной связи между параметрами. Определение вклада факторов в функцию отклика

1. Расчет коэффициентов регрессионного уравнения МНК.
2. Типы регрессионных уравнений – прогнозирующие, управляющие.
3. Оценка качества регрессионных уравнений – по точности, адекватности реальному процессу.
4. Аттестация показателей качества металлопродукции по корреляционной связи между параметрами. Корректировка уравнения по свободному члену.
5. Определение вклада факторов в функцию отклика по коэффициенту эластичности.

ИДЗ № 6. Математически планируемый эксперимент

1. Общие понятия о планируемом эксперименте.
2. Полный и дробный планируемый факторный эксперимент.
3. Достоинства и недостатки планируемого эксперимента.
4. Требования к матрице планируемого эксперимента.
5. Порядок расчета коэффициентов регрессионного уравнения при планируемом эксперименте.
6. Расчет оптимальных (экстремальных) значений функции отклика (параметра оптимизации) методом крутого восхождения Бокса-Уилсона.

ИДЗ № 7. Экспериментальное исследование при проектировании (моделировании) технологии и оборудования для ТО и ХТО

1. Порядок проведения экспериментального исследования или проектирования (моделирования) технологии и оборудования для ТО и ХТО.
2. Основы теории и практики лабораторного, промышленного физического эксперимента – физического моделирования.
3. Положения по проектированию технологии и оборудования для ТО и ХТО металлов и сплавов.
4. Методы проектирования технологии и современного оборудования на основе анализа и синтеза имеющихся отечественных и мировых аналогов.

ИДЗ № 8. Курсовой проект по дисциплине

1. Анализ предыдущего и современного опыта отечественного и мирового опыта по тематике исследования, проекта, НИР, НИОКР.
2. Методики литературного анализа и синтеза исследуемой тематики.



3. Техника патентного исследования.

4. Анализ и синтез литературного и патентного исследования.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за семестр и проводится в форме экзамена.

Данный раздел состоит их двух пунктов:

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.**

Структурный элемент	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-7 - Способен разработать режим типового технологического процесса термической и химико-термической обработки в области материаловедения и технологии материалов		
ПК-7.1	Разрабатывает типовой технологический режим термической и химико-термической обработки	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы постановки и организации научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ.</li> <li>2. Практическое использование конкретных методов структурного анализа при оценке качества за-проектированных технологий и оборудования для ТО и ХТО.</li> <li>3. Математические методы обработки результатов экспериментов, моделирования и оптимизации составов и свойств материалов, процессов термической и химико-термической обработки.</li> <li>4. Экспериментальное исследование при проектировании (моделировании) технологии и оборудования для ТО и ХТО.</li> <li>5. Курсовой проект по дисциплине</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ предыдущего и современного опыта отечественного и ми-рового опыта по тематике исследо-вания, проекта, НИР, НИОКР;</li> <li>- методики литературного анализа и синтеза исследуемой тематики;</li> <li>- техника патентного исследова-ния;</li> <li>- анализ и синтез литературного и патентного исследования.</li> </ul>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме *экзамена*.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.