



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 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  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

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

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 12.11.2015 г. № 1331)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения  
19.02.2020, протокол № 8

Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ЛПИМ, д-р техн. наук  А.Б. Сычков

Рецензент:  
зав.каф. М и ХТ канд. техн. наук



А.С. Харченко

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 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 2022 - 2023 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 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

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

Целью освоения дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.04.02 «Основы проектирования технологических процессов» является подготовка бакалавров по направлению «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 вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Физика

Химия

Информатика и информационные технологии

Обработка экспериментальных данных

Теория термической обработки

Метрология, стандартизация и сертификация

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

Подготовка к защите 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:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
---------------------------------	---------------------------------

ПК-14 готовностью использовать технические средства измерения и контроля, необходимые при стандартизации и сертификации материалов и процессах их получения, испытательного и производственного оборудования	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные базовые технические средства измерения и контроля технологии термической обработки, испытательное и производственное оборудование для термической обработки;</li> <li>- приемы использования вышеуказанного оборудования и измерительных средств в целях контроля технологии ТО и ХТО;</li> <li>- правила применения СИ и контроля в рамках метрологии, стандартизации и сертификации продукции, законодательство и методики проведения СИ и контроля</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать основные требования к техническим СИ и контроля технологии ТО и ХТО обработки, испытательному и производственному оборудованию для ТО и ХТО;</li> <li>- выбирать конкретный тип оборудования для измерения и контроля и осуществления ТО и ХТО изделий, исходя из условий их эксплуатации и комплекса предъявляемых к ним требований;</li> <li>- оценивать технические решения с позиций достижения качества продукции путем применения поверенных современных СИ и контроля технологических процессов ТО и ХТО</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками контроля технологическим процессом ТО и ХТО и качества обработанных изделий при помощи СИ и контроля технологией ТО и ХТО;</li> <li>- метрологическим обеспечением технологического процесса ТО и ХТО;</li> <li>- методами планирования регламентных работ по обеспечению достоверности показаний СИ и средств контроля технологии ТО и ХТО, исправного состояния оборудования</li> </ul>
ПК-17 способностью использовать в профессиональной деятельности основы проектирования технологических процессов, разработки технологической документации, расчетов и конструирования деталей, в том числе с использованием стандартных программных средств	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные положения единой системы конструкторской документации (ЕСКД);</li> <li>- положения единой системы технологической документации (ЕСТД);</li> <li>- положения системы разработки и постановки продукции на производство (СППП), единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП);</li> <li>- способы программного проектирования технологических процессов ТО и ХТО</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работать в ЕСКД;</li> <li>- работать в ЕСТД;</li> <li>- использовать СППП и ЕСТПП;</li> <li>- применять способы программного проектирования технологических процессов ТО и ХТО типа AutoCad, ANSYS и т.п.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками пользования ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП;</li> <li>- опытом работы в программных системах автоматизированного проектирования производства</li> </ul>

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

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

- контактная работа – 138,1 акад. часов;
- аудиторная – 129 акад. часов;
- внеаудиторная – 9,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 42,5 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. часа

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	7		7/3И	3	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 1.	ПК-14, ПК-17
1.2 Теория и практическое использование конкретных методов структурного анализа при оценке качества запроектированных технологий и оборудования для ТО и ХТО		7		7/3И	3	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК-14, ПК-17
1.3 Математические методы обработки результатов экспериментов, моделирования и оптимизации составов и свойств материалов, процессов термической и химико-термической обработки		7		7/3И	3	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК-14, ПК-17

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 корреляционного анализа.	7		7/3И	4	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК-14, ПК-17
1.5 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, Sост. Аттестация металлопродукции по корреляционной связи между параметрами, корректировка уравнений по изменению свободного члена уравнения. Определение вклада факторов в функцию отклика по коэффициенту эластичности.	7		7/3И	3,9	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК-14, ПК-17
1.6 Применение для расчета регрессионных зависимостей методики математического планируемого эксперимента. Поиск оптимума функции отклика (параметра оптимизации) методом крутого восхождения Бокса- Уилсона.	7		7/3И	3	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК-14, ПК-17
1.7 Проведение экспериментального исследования или проектирования (моделирования) конструкции – оборудования	8	6	9	7	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК-14, ПК-17

1.8 Методы проектирования технологии и современного оборудования и его элементов на основе анализа и синтеза имеющихся отечественных и мировых аналогов	6		9	8,6	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК-14, ПК-17
1.9 Формирование текста (пояснительной записки), презентации, доклада и защита курсового проекта по дисциплине "Основы проектирования технологических процессов.	6		9	7	Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала.	Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. – АКР № 2, 3.	ПК-14, ПК-17
Итого по разделу	60		69/18И	42,5			
Итого за семестр	18		27	22,6		экзамен, кп	
Итого по дисциплине	60		69/18И	42,5		экзамен, курсовой проект	ПК-14,ПК-17



## **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: 01.09.2020). — 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: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Трусов, А. Н. Проектирование автоматизированных технологических процессов : учебное пособие / А. Н. Трусов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2015. — 136 с. — ISBN 978-5-906805-23-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105405> (дата обращения: 01.09.2020). — 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 Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</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>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</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, ЕСТПД, 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 металлургического 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  $U_{\text{факт.}}$  и  $U_{\text{расч.}}$  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 выборке 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, Sост. 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. Рассчитать 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 развертываться заочно как круговой семинар. Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проходит "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются 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 запроектированных 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 из 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 компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-14 – готовностью использовать технические средства измерения и контроля, необходимые при стандартизации и сертификации материалов и процессах их получения, испытательного и производственного оборудования		
Знать	-основные базовые технические средства измерения и контроля технологии термической обработки, испытательное и производственное оборудование для термической обработки; - приемы использования вышеуказанного оборудования и измерительных средств в целях контроля технологии ТО и ХТО; - правила применения СИ и контроля в рамках метрологии, стандартизации и сертификации продукции, законодательство и методики проведения СИ и контроля	<b>Перечень теоретических вопросов к экзамену (ИДЗ № 1-4)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Положения ЕСКД.</li> <li>2. Положения ЕСТД.</li> <li>3. Положения ЕСТПП.</li> <li>4. Основы САПР.</li> <li>5. Методы программного проектирования.</li> <li>6. Организации НИР и НИОКР.</li> <li>7. Световую микроскопию и методики исследования.</li> <li>8. Электронную микроскопию и методики исследования.</li> <li>9. Рентгеноструктурный анализ.</li> <li>10. Классификацию видов ТО и ХТО.</li> <li>11. Основные определения и понятия проектирования технологических процессов.</li> <li>12. Проектирование технологии и оборудования ТО и ХТО.</li> <li>13. Классификацию методов обработки результатов эксперимента.</li> <li>14. Классификацию методов моделирования и оптимизации составов и свойств материалов.</li> <li>15. Классификацию методов моделирования и оптимизации процессов термической и химико-термической обработки.</li> <li>16. Планирование эксперимента.</li> <li>17. Методы оптимизации параметров.</li> <li>18. Статистические характеристики случайной выборки.</li> <li>19. Графическое распределение случайной величины – гистограммы.</li> <li>20. Расчет коэффициентов парной корреляции между случайными переменными.</li> <li>21. Построение корреляционной матрицы (таблицы).</li> </ol>
Уметь	- формулировать основные требования к	<b>Примерные практические задания для экзамена (АКР № 1-5)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По выбору и заданию преподавателя применять на практике положения ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП,</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>тех-ническим СИ и контро-ля технологии ТО и ХТО обработки, испы-тательному и производ-ственному оборудова-нию для ТО и ХТО;</p> <p>- выбирать конкретный тип оборудования для измерения и контроля и осуществления ТО и ХТО изделий, исходя из условий их эксплуата-ции и комплекса предъ-являемых к ним требо-ваний;</p> <p>- оценивать техничес-кие решения с позиций достижения качества продукции путем при-менения поверенных современных СИ и кон-троля технологических процессов ТО и ХТО</p>	<p>САПР и методов программного проектирования по организации НИР и НИОКР для разработки локальных планов НИР и НИОКР.</p> <p>2. По заданию преподавателя оценить представленную им микроструктуру металлического образца без ТО (ХТО) и/или с ТО (ХТО). Назначать или определять технологию термического воздействия для обеспечения эффективного назначения сплава для его использования в конкретных целях. Выбирать оборудование для осуществления ТО (ХТО).</p> <p>3. Применять существующие методы моделирования и оптимизации химического состава металлов и технологических режимов ТО и ХТО, анализировать область применения и эффективность каждого из них.</p> <p>4. Рассчитывать в произвольной выборке случайных величин ее параметры - <math>X_{\min}</math>, <math>X_{\max}</math>, <math>R = X_{\max} - X_{\min}</math>, <math>X_{\text{ср}}</math>, <math>S</math>, <math>V = (S / X_{\text{ср}})100 \%</math>, мода, медиана, строить гистограмму распределения одного из факторов (по заданию преподавателя).</p> <p>5. По исходной произвольной выборке случайных величин, заданной преподавателем, рассчитывать коэффициенты парной корреляции между независимыми факторами <math>X_i</math>, сравнивать эти коэффициенты корреляции с табличными значениями критических коэффициентов корреляции (в зависимости от объема выборки и значимости – вероятности обеспеченности – <math>\alpha = 1-p</math>, где <math>p</math> – вероятностная характеристика) - <math>r_{\text{кр}}</math>. Значения <math>r_{\text{кр}}</math> определять по специальным статистическим таблицам, помещенным в специальные справочники или литературе по математической статистике. Для определения значимых и незначимых коэффициентов парной корреляции между <math>X_i</math> строить корреляционную таблицу. Затем факторы, имеющие наибольшее количество значимых коэффициентов парных корреляций итерационно исключать из рассмотрения. В конечном итоге остаются независимые факторы, независимые друг от друга. При отсеивании ошибочных факторов принимать во внимание физический смысл – важность конкретного фактора по степени его влияния на функцию отклика.</p>
Владеть	- методиками контроля технологическим процессом ТО и ХТО и	<p><b>Задание на решение задач из профессиональной области, комплексные задания (АКР № 1-5)</b></p> <p>1. Приемами (по выбору и заданию преподавателя) использования на практике положений ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП, САПР и методов программного проектирования по организации НИР и НИОКР для</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>ка-чества обработанных изделий при помощи СИ и контроля техноло-гией ТО и ХТО;</p> <p>- метрологическим обе-спечением технологи-ческого процесса ТО и ХТО;</p> <p>- методами планирова-ния регламентных работ по обеспечению досто-верности показаний СИ и средств контроля тех-нологии ТО и ХТО, ис-правного состояния оборудования</p>	<p>разработки локальных планов НИР и НИОКР.</p> <p>2. Методами оценки микроструктуры металлического образца без ТО (ХТО) и/или с ТО (ХТО). Правилами выбора технологии термического воздействия для обеспечения эффективного назначения сплава для его использования в конкретных целях, оборудования для осуществления ТО (ХТО).</p> <p>3. Существующими методами моделирования и оптимизации химического состава металлов и технологических режимов ТО и ХТО, анализа области применения и эффективность каждого из них.</p> <p>4. Расчетными методиками определения случайных величин ее параметры - <math>X_{min}</math>, <math>X_{max}</math>, <math>R = X_{max} - X_{min}</math>, <math>X_{cp}</math>, <math>S</math>, <math>V = (S / X_{cp})100 \%</math>, мода, медиана, построить гистограмму распределения одного из факторов (по заданию преподавателя).</p> <p>5. Технологией расчета коэффициентов парной корреляции между независимыми факторами <math>X_i</math>, сравнения этих коэффициентов корреляции с табличными значениями критических коэффициентов корреляции (в зависимости от объема выборки и значимости – вероятности обеспеченности – <math>\alpha = 1-p</math>, где <math>p</math> – вероятностная характеристика) - <math>r_{кр}</math>. Значения <math>r_{кр}</math> определяют по специальным статистическим таблицам, помещенным в специальные справочники или литературе по математической статистике. Для определения значимых и незначимых коэффициентов парной корреляции между <math>X_i</math> строят корреляционную таблицу. 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.</p>
<p>ПК-17 – способностью использовать в профессиональной деятельности основы проектирования технологических процессов, разработки технологической документации, расчетов и конструирования деталей, в том числе с использованием стандартных программных средств</p>		
Знать	<p>- основные положения единой системы конст-рукторской документа-ции (ЕСКД);</p> <p>- положения единой</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену (ИДЗ № 4-8)</b></p> <p>1. Правила отсеивания незначимых факторов и установления вида связи между зависимыми и независимыми переменными</p> <p>2. Методику расчета коэффициентов регрессионного уравнения МНК.</p> <p>3. Типы регрессионных уравнений – прогнозирующие, управляющие.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>системы технологической документации (ЕСТД);</p> <p>- положения системы разработки и постановки продукции на производство (СРПП), единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП);</p> <p>- способы программного проектирования технологических процессов ТО и ХТО</p>	<p>4. Параметры оценки качества регрессионных уравнений – по точности, адекватности реальному процессу.</p> <p>5. Порядок аттестации показателей качества металлопродукции по корреляционной связи между параметрами и корректировки уравнения по свободному члену.</p> <p>6. Определение вклада факторов в функцию отклика по коэффициенту эластичности.</p> <p>7. Общие понятия о планируемом эксперименте.</p> <p>8. Полный и дробный планируемый факторный эксперимент.</p> <p>9. Достоинства и недостатки планируемого эксперимента.</p> <p>10. Требования к матрице планируемого эксперимента.</p> <p>11. Порядок расчета коэффициентов регрессионного уравнения при планируемом эксперименте.</p> <p>12. Алгоритм расчета оптимальных (экстремальных) значений функции отклика (параметра оптимизации) методом крутого восхождения Бокса-Уилсона.</p> <p>13. Порядок проведения экспериментального исследования или проектирования (моделирования) технологии и оборудования для ТО и ХТО.</p> <p>14. Основы теории и практики лабораторного, промышленного физического эксперимента – физического моделирования.</p> <p>15. Положения по проектированию технологии и оборудования для ТО и ХТО металлов и сплавов.</p> <p>16. Методы проектирования технологии и современного оборудования на основе анализа и синтеза имеющихся отечественных и мировых аналогов.</p> <p>17. Анализ предыдущего и современного опыта отечественного и мирового опыта по тематике исследования, проекта, НИР, НИОКР.</p> <p>18. Методики литературного анализа и синтеза исследуемой тематики.</p> <p>19. Технику патентного исследования.</p> <p>20. Анализ и синтез литературного и патентного исследования.</p>
Уметь	<p>- работать в ЕСКД;</p> <p>- работать в ЕСТД;</p> <p>- использовать СРПП и ЕСТПП;</p> <p>- применять способы</p>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена (АКР № 6-9)</b></p> <p>1. Применять регрессионный анализ. Рассчитывать показатели точности и адекватности регрессионных уравнений (критерии Стьюдента, Фишера, коэффициент эластичности и вклад факторов в функцию отклика, остаточное среднеквадратическое отклонение – стандартное отклонение – регрессионного уравнения)</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>программного проектирования технологических процессов ТО и ХТО типа AutoCad, ANSYS и т.п.</p>	<p>Для расчета коэффициентов регрессионных уравнений <math>a_0, a_i</math> применять 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:</p> $F = \sum (y_{\text{факт.}} - y_{\text{расч.}})^2 \rightarrow \min (0).$ <p>В уравнение подставляются построчно фактические значения <math>y_{\text{факт.}}</math> и <math>y_{\text{расч.}}</math> 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 <math>a_0</math> и коэффициенты при независимых переменных <math>a_i = a_{xi}</math>. Для оперативного решения МНК применяется программное обеспечение Excel (<math>f_x \rightarrow</math> линейн). В подпрограмме «линейн» указываются координаты <math>y_i</math> и <math>x_i</math>, затем набираются позиции «ИСТИНА» и затем Shift+Ctrl+Enter. В предварительно выделенное поле программно помещаются результаты расчета – коэффициенты <math>a_0, a_i = a_{xi}</math> (первая строка), коэффициент детерминации <math>R^2</math> (3-я строка, 1-й столбец), критерий Фишера F (4-ая строка, 1-ый столбец).</p> <p>Определять 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.</p> <p>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 <math>F_{\text{расч.}} &gt; F_{\text{табл.}}</math>. <math>F_{\text{табл.}}</math> 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.</p> <p>Регрессионное уравнение также оценивается по остаточному стандартному отклонению – <math>S_{\text{ост}} = (1 - R^2)^{0.5}</math>. Чем меньше значение <math>S_{\text{ост}}</math>, тем точнее регрессионное уравнение.</p> <p>Оценивать значимость коэффициентов при факторах (<math>a_i</math> при <math>X_i</math>) проводится по расчету значений критерия Стьюдента – <math>t = a_i/S_{xi}</math>, которое сравнивается с табличным значением (см. любое издание по математической статистике).</p> <p>Получать регрессионных статистических зависимостей для прогнозирования, управления технологическими процессами из исходной экспериментальной выборки методом наименьших</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>квадратов (МНК). Оценка качества полученных регрессий по показаниям параметров - R, F, t, Sост. Аттестовывать металлопродукцию по корреляционной связи между параметрами, корректировка уравнений по изменению свободного члена уравнения; определять вклад факторов в функцию отклика по коэффициенту эластичности.</p> <p>2. Находить 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.</p> <p>3. Строить матрицу полного факторного эксперимента типа <math>2^n \rightarrow 2^2</math> и <math>2^3</math>. Определять значимые элементы химического состава стали и технологические параметры, влияющие на механические свойства и структуру металла. При составлении матрицы планирования эксперимента учитывать четыре свойства существования уровней факторов: симметричность, ортогональность, ротатабельность, условие нормировки.</p> <p>Определять коэффициенты уравнения по известному алгоритму: <math>a_i = (\sum x_i y_i)/n</math>, <math>a_0 = \sum y_i/n</math>.</p> <p>4. Разрабатывать (по заданию преподавателя) технологию конкретного вида ТО или ХТО и выбирать состав оборудования по критерию экономии энергоресурсов и обеспечения максимального качества металлического изделия с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p>
Владеть	<p>- навыками пользования ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП;</p> <p>- опытом работы в прог-раммных системах авто-матизированного проек-тирования производства</p>	<p><b>Задание на решение задач из профессиональной области, комплексные задания (АКР № 6-9)</b></p> <p>1. Регрессионным анализом. Показатели точности и адекватности регрессионных уравнений (критерии Стьюдента, Фишера, коэффициент эластичности и вклад факторов в функцию отклика, остаточное среднеквадратическое отклонение – стандартное отклонение – регрессионного уравнения)</p> <p>Для расчета коэффициентов регрессионных уравнений <math>a_0</math>, <math>a_i</math> расчетным методом 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:</p> $F = \sum (y_{\text{факт.}} - y_{\text{расч.}})^2 \rightarrow \min (0).$ <p>В уравнение подставляются построчно фактические значения <math>y_{\text{факт.}}</math> и <math>y_{\text{расч.}}</math> 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 <math>a_0</math> и коэффициенты при независимых переменных <math>a_i = a_{x_i}</math>. Для оперативного решения МНК</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>применяется программное обеспечение Excel (<math>f_x \rightarrow</math> линейн). В подпрограмме «линейн» указываются координаты <math>y_i</math> и <math>x_i</math>, затем набираются позиции «ИСТИНА» и затем Shift+Ctrl+Enter. В предварительно выделенное поле программно помещаются результаты расчета – коэффициенты <math>a_0</math>, <math>a_i = a_{xi}</math> (первая строка), коэффициент детерминации <math>R^2</math> (3-я строка, 1-й столбец), критерий Фишера F (4-ая строка, 1-ый столбец).</p> <p>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.</p> <p>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 <math>F_{расч.} &gt; F_{табл.}</math>. <math>F_{табл.}</math> 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.</p> <p>Методом оценки регрессионного уравнения по остаточному стандартному отклонению – <math>S_{ост} = (1 - R^2)^{0,5}</math>. Чем меньше значение <math>S_{ост}</math>, тем точнее регрессионное уравнение.</p> <p>Оценка значимости коэффициентов при факторах (<math>a_i</math> при <math>X_i</math>) проводится по расчету значений критерия Стьюдента – <math>t = a_i/S_{xi}</math>, которое сравнивается с табличным значением (см. любое издание по математической статистике).</p> <p>Получение регрессионных статистических зависимостей для прогнозирования, управления технологическими процессами из исходной экспериментальной выборки методом наименьших квадратов (МНК). Оценка качества полученных регрессий по показаниям параметров - R, F, t, <math>S_{ост}</math>. Аттестация металлопродукции по корреляционной связи между параметрами, корректировка уравнений по изменению свободного члена уравнения. Определение вклада факторов в функцию отклика по коэффициенту эластичности.</p> <p>2. Способами определения экстремальных значений параметра оптимизации в области определения функции двух и многофакторных уравнений (метод крутого восхождения Бокса-Уилсона) с применением итерационного пошагового метода в направлении градиента.</p> <p>3. Методикой построения матрицы полного факторного эксперимента типа <math>2^n \rightarrow 2^2</math> и <math>2^3</math>, определения значимых элементов химического состава стали и технологических параметров, влияющих на</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>механические свойства и структуру металла. При составлении матрицы планирования эксперимента учитывать четыре свойства существования уровней факторов: симметричность, ортогональность, ротатабельность, условие нормировки.</p> <p>Правилами определения коэффициентов уравнения по известному алгоритму: <math>a_i = (\sum x_i y_i)/n</math>, <math>a_0 = \sum y_i/n</math>.</p> <p>4. Алгоритмом разработки технологии конкретного вида ТО или ХТО и выбора состава оборудования по критерию экономии энергоресурсов и обеспечения максимального качества металлического изделия с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p>

### *Методические рекомендации для подготовки к экзамену*

Экзамен является неотъемлемой частью учебного процесса и призван закрепить и упорядочить знания студента, полученные на занятиях и самостоятельно. Кроме того, подготовка к экзамену направлена на применение полученных знаний для решения практических задач по специальности, профилю подготовки. На проведение экзамена отводятся часы занятий по расписанию.

Сдаче экзамена предшествует работа студента на лекционных, практических занятиях и самостоятельная работа по изучению предмета. Отсутствие студента на занятиях без уважительной причины и невыполнение заданий самостоятельной работы является основанием для недопущения студента к экзамену.

Подготовка к экзамену осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет.

За 3-4 дня подготовки обучаемый должен систематизировать знания, полученные в течение семестра. Вначале следует просмотреть весь материал дисциплины (модуля) и отметить трудные для себя вопросы. Обязательно в них разобраться. В случае неудачного результата такого разбора, следует задать эти вопросы преподавателю на консультации перед экзаменом, посещение которой в этом случае является полезной и желательной. В итоге перед экзаменом целесообразно повторить основные положения дисциплины с отметкой степени усвоения материала.

Основные правила подготовки к экзамену.

1. Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обосновано расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам или вопросам, обсуждаемым на семинарах. Эта работа может занять много времени, но главное – это ориентирование в изучаемой дисциплине.

2. Сама подготовка не должно быть связана с «запоминанием», а в первую очередь – с переосмыслением материала, и даже рассмотрением альтернативных идей.

3. Студент должен продемонстрировать на экзамене, что он усвоил «все», что требуется по программе обучения или по программе конкретного преподавателя. Далее он может высказать иные, но аргументированные точки зрения.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы проектирования технологических процессов» 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.

*Критерии оценки экзамена (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):*

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

- 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 **«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 **«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 **«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.

#### **Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

– на оценку **«отлично»** – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.