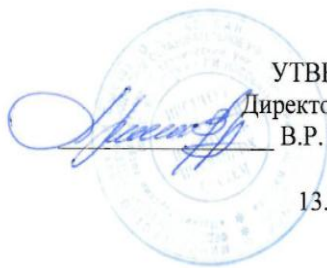




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И НАУКА О ДАННЫХ***

Направление подготовки (специальность)  
27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы  
Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет    Институт энергетики и автоматизированных систем  
Кафедра                    Автоматизированных систем управления  
Курс                         3

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления  
07.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Андреев


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АСУ, канд. техн. наук  М.Ю. Рябчиков

Рецензент:

Начальник отдела промышленности киберфизических систем и решений ЗАО «КонсОМ СКС»,  Е.А. Хренов



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

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

- формирование у обучающихся способности выполнять экспериментальные исследования характеристик систем и объектов автоматизации по заданным методикам;
- формирование у обучающихся способности выбирать современные способы и средства обработки результатов эксперимента;
- формирование у обучающихся способности производить обработку результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств.

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

Дисциплина Теория эксперимента и наука о данных входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Метрология и средства измерений

Введение в направление

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

Электрические измерения

Электроника в управляющих устройствах

Технические измерения и приборы

Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория эксперимента и наука о данных» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-9	Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
ОПК-9.1	Выполняет экспериментальные исследования характеристик систем и объектов автоматизации по заданным методикам
ОПК-9.2	Выбирает современные способы и средства обработки результатов эксперимента
ОПК-9.3	Производит обработку результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,7 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 129,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. Структура эксперимента								
1.1 Взаимосвязи между известными задачами экспериментальных исследований и методами их решения на основе анализа данных.	3				4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию	Собеседование	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
1.2 Типы моделей процессов и объектов автоматизации и управления и особенности их выбора.					4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию	Собеседование	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
Итого по разделу					8			
2. Получение экспериментальной информации								
2.1 Системы сбора данных на основе открытых интерфейсов доступа к средствам диспетчерского управления и микропроцессорной	3				2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию	Собеседование	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
2.2 Интерфейсы OPC и DDE					2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию.	Собеседование	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
Итого по разделу					4			
3. Планирование эксперимента								

3.1 Масштабирование факторов. Планы первого и второго порядков.	3	2		2	20	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к практическим работам. Выполнение домашних контрольных работ	Собеседование Устный опрос по практическим работам. Контрольные работы	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
3.2 Адаптация планов к условиям конкретного объекта. Вращение факторного пространства. Борьба с погрешностями при планировании.					3	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию.	Собеседование	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
Итого по разделу		2		2	23			
4. Введение в статистическую обработку данных								
4.1 Характеристики случайных величин. Моделирование одномерных и многомерных случайных величин.	3				20,8	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию.	Собеседование	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
4.2 Статистические оценки параметров распределений, применяемых при обработке экспериментальных данных и проверке гипотез (Фишера, Стьюдента, Пирсона и др.). Воспроизводимость эксперимента.				2	10	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к практической работе	Собеседование Устный опрос по практической работе	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
Итого по разделу				2	30,8			
5. Статистический анализ результатов полнофакторного эксперимента								
5.1 Анализ результатов ПФЭ на значимость коэффициентов линии регрессии и на адекватность регрессионной модели	3				10	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Выполнение итоговой контрольной работы	Собеседование Контрольная работа	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
Итого по разделу					10			
6. Создание статистических моделей по данным пассивного эксперимента								
6.1 Проблемы выборки данных пассивного эксперимента и способы их решения. Создание моделей на базе ИНС.	3				2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию.	Собеседование	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3

6.2 Искусственные нейронные сети (ИНС)	2			20	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к практической работе	Собеседование. Устный опрос по практической работе	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
6.3 Оценка адекватности модели ИНС с помощью ошибок обучения и обобщения			2	13,2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к практической работе	Собеседование. Устный опрос по практической работе	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
6.4 Анализ регрессионных остатков модели ИНС				18,4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к практической работе	Собеседование. Устный опрос по практической работе	ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3
Итого по разделу	2		2	53,6			
Итого за семестр	4		6	129,4		зао	
Итого по дисциплине	4		6	129,4		зачет с оценкой	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Теория и техника инженерного эксперимента» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; практические работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные занятия с использованием проблемного обучения, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний.

## **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. Рябчиков М. Ю. Теория и техника инженерного эксперимента: курс лекций : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/17> (дата обращения: 03.04.2024). - Текст : электронный.

2. Методология научных исследований. Постановка и проведение эксперимента : учебное пособие / [Р. Р. Дема, Р. Н. Амиров, М. В. Харченко, Е. А. Слепова] ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1756> (дата обращения: 03.04.2024). - Текст : электронный.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Оншин Н. В. Основы теории планирования инженерного эксперимента : учебное пособие / Н. В. Оншин ; МГТУ. - Магнитогорск, 2009. - 146 с. : ил., табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1587> (дата обращения: 03.04.2024). - Текст : непосредственный.

2. Радионов А. А. Планирование эксперимента : учебное пособие [для вузов] / А. А. Радионов, В. В. Шохин ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2647> (дата



обращения: 03.04.2024). - Текст : электронный.

3. Степанов П. Е. Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие по анализу и обработке экспериментальных данных / П. Е. Степанов ; Степанов П. Е. - Москва : МИСИС, 2017. - 22 с. - Книга из коллекции МИСИС - Инженерно-технические науки. - URL: <https://e.lanbook.com/book/108113> (дата обращения: 03.04.2024). - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/108113.jpg>.

4. Рубин Г. Ш. Планирование эксперимента : учебное пособие / Г. Ш. Рубин, Е. Г. Касаткина, И. А. Михайловский ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2082> (дата обращения: 03.04.2024)7. - Текст : электронный.

5. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211124> (дата обращения: 03.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Основы теории эксперимента : учебное пособие для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева, А. С. Проскурин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12808-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517904> (дата обращения: 03.04.2024).

#### **в) Методические указания:**

1. Рябчиков М. Ю. Планирование эксперимента и обработка результатов измерений : практикум / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 141 с. : ил., гистогр., граф., схемы, табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3509> (дата обращения: 03.04.2024). - ISBN 978-5-9967-0379-1. - Текст : непосредственный.

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

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

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

Название курса	Ссылка
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НИП)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>

Российская Государственная библиотека. Кataloги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
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>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.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. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 437)  
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Учебная аудитория для проведения практических работ: компьютерный класс (ауд. 448)  
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 448)  
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций (ауд. 448)  
Доска, мультимедийный проектор, экран
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд. 445)  
Стеллажи для хранения учебно-методической документации

## Приложение 1

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория эксперимента и наука о данных»

По дисциплине «Теория эксперимента и наука о данных» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение практических работ и доклад по полученным результатам, а также устный опрос о порядке выполнения практической работы, полученным умениям и навыкам. Внеаудиторная самостоятельная работа предполагает самостоятельно изучение учебной литературы, а также выполнение домашних контрольных работ.

#### Примерные вопросы для устного опроса по выполненным практическим работам

Тема практической работы	Вопросы для устного опроса
Планирование при активном эксперименте	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Какова цель планирования эксперимента?</li><li>2. Для чего нужно масштабирование входных параметров?</li><li>3. Напишите структуру регрессионной модели в общем виде.</li><li>4. Поясните, каким образом можно провести масштабирование входных параметров, на примере двух факторов.</li><li>5. Напишите общий вид функции отклика в полиномиальном виде, для кодированных факторов.</li><li>6. Напишите вид полного квадратичного полинома для двух факторов.</li><li>7. Поясните суть ортогонального планирования эксперимента.</li><li>8. Каковы особенности планов полного факторного эксперимента?</li><li>9. Что означает основание 2 в ПФЭ <math>2^n</math>?</li><li>10. Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ПФЭ?</li><li>11. Составьте матрицу планирования для ПФЭ <math>2^2</math> и запишите функцию отклика.</li><li>12. Составьте матрицу планирования для ПФЭ <math>2^3</math> и запишите функцию отклика.</li><li>13. Каковы особенности плана ПФЭ <math>2^n</math>?</li></ol>
Воспроизводимость эксперимента. Критерии Стьюдента и Фишера	<ol style="list-style-type: none"><li>1. В чем заключается условие воспроизводимости эксперимента?</li><li>2. Напишите и поясните формулу критерия Стьюдента. Для чего он используется?</li><li>3. Каким образом необходимо представить экспериментальную информацию о значениях изучаемого параметра для использования критерия Стьюдента?</li><li>4. Нарисуйте и поясните график функции плотности вероятности Стьюдента.</li><li>5. Как определяется число степеней свободы для критерия Стьюдента?</li><li>6. Каким образом с помощью критерия Стьюдента можно</li></ol>

Тема практической работы	Вопросы для устного опроса
	<p>производить отбраковку грубых ошибок в результатах повторных опытов?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Напишите и поясните формулу критерия Фишера.</li> <li>8. Что описывает F-распределение?</li> <li>9. Нарисуйте график интегральной функции распределения Фишера. Что можно из него определить?</li> <li>10. Каким образом оценивается воспроизводимость плана, если имеются дисперсии?</li> <li>11. Напишите и поясните формулу дисперсии воспроизводимости плана.</li> <li>12. Каким образом можно осуществить проверку адекватности модели, созданной по данным активного эксперимента?</li> <li>13. Как рассчитывается дисперсия адекватности? Для чего ее используют?</li> <li>14. Каким образом можно исключить из модели слабые факторы?</li> </ol>
<p>Оценка адекватности моделей, созданных на базе пассивного эксперимента</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что понимается под ошибкой обучения?</li> <li>2. Что понимается под ошибкой обобщения?</li> <li>3. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки.</li> <li>4. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения от размера нейронной сети при заданном размере выборки.</li> <li>5. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки для сетей разного размера.</li> <li>6. Что такое адекватность модели и чем она отличается от точности модели?</li> <li>7. Почему для адекватности модели необходимо, чтобы ошибки обучения и обобщения были равны?</li> <li>8. В каких случаях применяется анализ регрессионных остатков?</li> <li>9. Опишите примерную структуру анализа регрессионных остатков.</li> <li>10. Какие можно использовать методы для проверки гипотезы о равенстве среднего нулю?</li> <li>11. В чем состоит суть критерия Пирсона?</li> <li>12. Каким образом проверяется постоянство дисперсий регрессионных остатков?</li> <li>13. В чем заключается тест Голфилда – Кванта?</li> <li>14. Поясните суть расчета статистики Дарбина-Уотсона для проверки требования независимости регрессионных остатков.</li> </ol>

**Контрольная работа №1**  
**«Планирование активного полнофакторного эксперимента»**

Необходимо самостоятельно составить план ПФЭ согласно варианту задания и реализовать нужные для отыскания коэффициентов расчеты с применением Excel. Проверить точность созданной модели во всех точках плана и в трех точках вне плана, рассчитав абсолютную, относительную и приведенную погрешность. При проведении расчетов для точек вне плана самостоятельно решить задачу масштабирования для подстановки значений факторов в модель.

**Варианты:**

1. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^2$ . Найти коэффициенты  $b$ . Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,25*X_1+X_2$ . Здесь  $X_1, X_2$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[2;3]$ .
2. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+X_2+X_1*X_2+0*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-2;0]$ .
3. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^2$ . Найти коэффициенты  $b$ . Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,2*X_1+X_1*X_2$ . Здесь  $X_1, X_2$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-2;1]$ .
4. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+2*X_2+X_1*X_2+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[0;0,5]$ .
5. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^2$ . Найти коэффициенты  $b$ . Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,45*X_1+X_2$ . Здесь  $X_1, X_2$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[1;3]$ .
6. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+2*X_2+0,5*X_1*X_2+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-0,5;0,5]$ .
7. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^2$ . Найти коэффициенты  $b$ . Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+0,25*X_2$ . Здесь  $X_1, X_2$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[2;3]$ .
8. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+0,25*X_2+X_1*X_2+0,25*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-1;0,5]$ .
9. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+0,5*X_2+0,5*X_1*X_3+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-2;2]$ .

10. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^2$ . Найти коэффициенты  $b$ . Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,15*X_1+0,25*X_2$ . Здесь  $X_1, X_2$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне [2;4].
11. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+X_2+X_1*X_3+X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне [-2;2].
12. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^2$ . Найти коэффициенты  $b$ . Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,15*X_1+0,15*X_2$ . Здесь  $X_1, X_2$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне [1;4].
13. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,5*X_1+X_2+X_3*X_2+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне [-3;-2].
14. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,25*X_1+X_2+X_3*X_2+0,25*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне [2;3].
15. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^2$ . Найти коэффициенты  $b$ . Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,1*X_1+0,35*X_2$ . Здесь  $X_1, X_2$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне [2;3].
16. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,25*X_1+2*X_2+X_1*X_2+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне [-4;-2].
17. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,2*X_1+0,2*X_2+X_1*X_2+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне [-2;1].
18. Составить план эксперимента ПФЭ  $2^3$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,5*X_1+0,5*X_2+X_3*X_2+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне [-1;1].

### **Контрольная работа №2**

#### **«Планирование ОЦКП»**

Необходимо самостоятельно составить план ОЦКП согласно варианту задания и реализовать необходимые для отыскания коэффициентов расчеты с применением Excel. Проверить точность созданной модели во всех точках плана и в трех точках вне плана, рассчитав абсолютную, относительную и приведенную погрешность. При проведении расчетов для точек вне плана самостоятельно решить задачу масштабирования для подстановки значений факторов в модель.



13. Составить план эксперимента ОЦКП. Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,5*X_1+0,5*X_2^2+X_3^2*X_2+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-1;1]$ .
14. Составить план эксперимента ОЦКП. Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1^2+0,2*X_2+X_1*X_2+0,5*X_3^2$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-1;1,5]$ .
15. Составить план эксперимента ОЦКП. Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1^2+0,3*X_2^2+0,5*X_1*X_3+0,2*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-1,5;2]$ .

### **Контрольная работа №3**

#### **Планирование дробного факторного эксперимента**

Самостоятельно составить план ДФЭ согласно варианту задания, рассчитать коэффициенты уравнения линии регрессии. Проверить точность созданной модели во всех точках плана и в трех точках вне плана, рассчитав абсолютную, относительную и приведенную погрешность. При проведении расчетов для точек вне плана самостоятельно решить задачу масштабирования для подстановки значений факторов в модель.

Контрольная работа выполняется от руки, на листе бумаги, и сдается преподавателю на проверку.

#### **Варианты:**

19. Составить план эксперимента ДФЭ  $2^{3-1}$ . Найти коэффициенты  $b$ . Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,25*X_1+X_2+0,3*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[2;3]$ .
20. Составить план эксперимента ДФЭ  $2^{3-1}$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+X_2+X_1*X_2+0,2*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-2;0]$ .
21. Составить план эксперимента ДФЭ  $2^{3-1}$ . Найти коэффициенты  $b$ . Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,2*X_1+X_1*X_2+0,3*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-2;1]$ .
22. Составить план эксперимента ДФЭ  $2^{3-1}$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+2*X_2+X_1*X_2+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[0;0,5]$ .
23. Составить план эксперимента ДФЭ  $2^{3-1}$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=0,45*X_1+X_2+0,2*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[1;3]$ .
24. Составить план эксперимента ДФЭ  $2^{3-1}$ . Найти коэффициенты  $b$  и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение  $Y=X_1+2*X_2+0,5*X_1*X_2+0,5*X_3$ . Здесь  $X_1, X_2, X_3$  - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне  $[-0,5;0,5]$ .





Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине «Теория эксперимента и наука о данных»

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-9: Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств		
ОПК-9.1	Выполняет экспериментальные исследования характеристик систем и объектов автоматизации по заданным методикам	<p><b>Теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите основные методы и формы проведения эксперимента.</li> <li>2. Перечислите основные этапы проведения эксперимента.</li> <li>3. Организация сбора экспериментальной информации в условиях крупного производства, управляемого распределенной системой включающей контроллеры и станции SCADA систем.</li> <li>4. Структура распределенной системой управления производством включающей контроллеры и станции SCADA систем.</li> <li>5. Обмен данным через DDE.</li> <li>6. Особенности программирования DDE на Delphi / VBA.</li> <li>7. Понятие OPC.</li> <li>8. Способы обмена данными через OPC.</li> <li>9. Какова цель планирования эксперимента?</li> <li>10. Для чего нужно масштабирование входных параметров?</li> <li>11. Напишите структуру регрессионной модели в общем виде.</li> <li>12. Поясните, каким образом можно провести масштабирование входных параметров, на примере двух факторов.</li> <li>13. Напишите общий вид функции отклика в полиномиальном виде, для кодированных факторов.</li> <li>14. Напишите вид полного квадратичного полинома для двух факторов.</li> <li>15. Поясните суть ортогонального планирования эксперимента.</li> <li>16. Каковы особенности планов полного факторного эксперимента?</li> <li>17. Что означает основание 2 в ПФЭ 2<sup>n</sup>?</li> <li>18. Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ПФЭ?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>19. Составьте матрицу планирования для ПФЭ <math>2^2</math> и запишите функцию отклика.</p> <p>20. Составьте матрицу планирования для ПФЭ <math>2^3</math> и запишите функцию отклика.</p> <p>21. Каковы особенности плана ПФЭ <math>2^n</math>?</p> <p>22. Каковы особенности планов дробного факторного эксперимента?</p> <p>23. Составьте матрицу планирования для ДФЭ <math>2^{3-1}</math> и запишите функцию отклика.</p> <p>24. Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ДФЭ?</p> <p>25. Каковы особенности планов второго порядка?</p> <p>26. Каким образом строятся планы второго порядка?</p> <p>27. Что входит в состав плана ОЦКП?</p> <p>28. Каким образом определяется общее количество точек в плане ОЦКП?</p> <p>29. Нарисуйте Графическое представление ОЦКП при <math>n=3</math></p> <p>30. Каким образом определяются параметры <math>a</math> и <math>\alpha</math> в ОЦКП?</p> <p>31. Составьте план ОЦКП при трех факторах в общем случае.</p> <p>32. Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ОЦКП?</p> <p>33. Какие могут возникнуть проблемы применения планов ПФЭ и ОЦКП при создании модели объекта с системой автоматического управления?</p> <p>34. В каких случаях возникает систематическая погрешность при проведении эксперимента? Какими способами можно исключить ее влияние?</p> <p>35. Каким образом можно применить искусственные обучаемые нейронные сети при планировании эксперимента?</p> <p>36. Как происходит процесс обучения ИНС?</p> <p>37. Поясните суть метода обучения ИНС, получившего название метода “обратного распространения ошибки”.</p> <p>38. Что является минимизируемой целевой функцией ошибки ИНС (формула)?</p> <p>39. Поясните алгоритм обучения НС с помощью процедуры обратного распространения. Каким образом можно повысить эффективность метода “обратного распространения ошибки”?</p> <p><b>Практические задания:</b></p> <p>1. Составить план эксперимента ПФЭ <math>2^3</math>. Найти коэффициенты <math>b</math> и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>отклика использовать выражение <math>Y=X_1+2*X_2+X_1*X_2+0,5*X_3</math>. Здесь <math>X_1, X_2, X_3</math> - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне <math>[0;0,5]</math>.</p> <p>2. Составить план эксперимента ДФЭ <math>2^{3-1}</math>. Найти коэффициенты <math>b</math> и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений отклика использовать выражение <math>Y=X_1+X_2+X_1*X_2+0*X_3</math>. Здесь <math>X_1, X_2, X_3</math> - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне <math>[-2;0]</math>.</p> <p>3. Составить план эксперимента ОЦКП. Найти коэффициенты <math>b</math>. Для получения значений отклика использовать выражение <math>Y=0,25*X_1^2+X_2^2</math>. Здесь <math>X_1, X_2</math> - абсолютные (не приведенные) значения факторов, которые лежат в диапазоне <math>[2;3]</math>.</p> <p>4. Нарисуйте конструкцию многослойного перцептрона в общем виде.</p> <p>5. Нарисуйте конструкцию двухслойного перцептрона.</p> <p>6. Для функции <math>x_1^2 + x_2^2</math> и диапазона изменения аргументов функции <math>[0;5]</math> создать выборку данных для обучения функции размером 20 наборов. Произвести обучение двух вариантов ИНС по сформированной выборке (обучение 3000 эпох):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• нет скрытых слоев;</li> <li>• 1 скрытый слой – 10 нейронов.</li> </ul> <p>Создать выборку данных для теста функции размером 100 наборов. Провести тестирование ИНС, определив значения показателей – средней ошибки, среднеквадратичной ошибки и максимальной ошибки.</p>
ОПК-9.2	Выбирает современные способы и средства обработки результатов эксперимента	<p><b>Теоретические вопросы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем заключается условие воспроизводимости эксперимента?</li> <li>2. Напишите и поясните формулу критерия Стьюдента. Для чего он используется?</li> <li>3. Каким образом необходимо представить экспериментальную информацию о значениях изучаемого параметра для использования критерия Стьюдента?</li> <li>4. Нарисуйте и поясните график функции плотности вероятности Стьюдента.</li> <li>5. Как определяется число степеней свободы для критерия Стьюдента?</li> <li>6. Каким образом с помощью критерия Стьюдента можно производить отбраковку грубых ошибок в результатах повторных опытов?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Напишите и поясните формулу критерия Фишера.</li> <li>8. Что описывает F-распределение?</li> <li>9. Нарисуйте график интегральной функции распределения Фишера. Что можно из него определить?</li> <li>10. Каким образом оценивается воспроизводимость плана, если имеются дисперсии?</li> <li>11. Напишите и поясните формулу дисперсии воспроизводимости плана.</li> <li>12. Каким образом можно осуществить проверку адекватности модели, созданной по данным активного эксперимента?</li> <li>13. Как рассчитывается дисперсия адекватности? Для чего ее используют?</li> <li>14. Каким образом можно исключить из модели слабые значащие факторы?</li> <li>15. Что лежит в основе корреляционного анализа?</li> <li>16. Напишите и поясните формулу коэффициента корреляции.</li> <li>17. Приведите примеры значения коэффициента корреляции при разных видах зависимости между <math>X_1</math> и <math>X_2</math>.</li> <li>18. Каким образом можно использовать коэффициент корреляции в задачах управления?</li> <li>19. Что показывает корреляционная функция? Где она применяется?</li> <li>20. Что такое АКФ и ЧАКФ? Чем они отличаются? Поясните с помощью графиков.</li> <li>21. В чем суть модели авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего ARIMA?</li> <li>22. Для чего используют дисперсионный анализ? В чем его смысл? Поясните на примере, в случае, когда некоторая случайная величина зависит от двух действующих на неё факторов А и В.</li> <li>23. Что понимается под ошибкой обучения?</li> <li>24. Что понимается под ошибкой обобщения?</li> <li>25. Что такое адекватность модели и чем она отличается от точности модели?</li> <li>26. Почему для адекватности модели необходимо, чтобы ошибки обучения и обобщения были равны?</li> <li>27. В каких случаях применяется анализ регрессионных остатков?</li> <li>28. Опишите примерную структуру анализа регрессионных остатков.</li> <li>29. Какие можно использовать методы для проверки гипотезы о равенстве среднего нулю?</li> <li>30. В чем состоит суть критерия Пирсона?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																								
		31. Каким образом проверяется постоянство дисперсий регрессионных остатков? 32. В чем заключается тест Голфилда – Кванта? Поясните суть расчета статистики Дарбина-Уотсона для проверки требования независимости регрессионных остатков.																								
ОПК-9.3	Производит обработку результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств	<p><b>Практические задания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>В результате 4-х повторных опытов получены значения 7, 1, 3, 2. Следует ли считать значение 7 грубой ошибкой (браком)? Задан уровень значимости 0,05. Каков физический смысл уровня значимости в данном случае?</li> </ol> <table border="1" data-bbox="639 880 1497 954"> <tr> <td><math>\alpha=0,05</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Степени свободы</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>кр. Стьюдента</td> <td>12,70615</td> <td>4,302656</td> <td>3,182449</td> <td>2,776451</td> <td>2,570578</td> <td>2,446914</td> <td>2,364623</td> </tr> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>Отфильтровать исходные данные, сгенерированные в программе, от ошибок измерения, с использованием критерия Стьюдента.</li> <li>С использованием критерия Фишера оценить постоянство дисперсий в экспериментальных выборках и независимо от результата рассчитать средневзвешенное значение дисперсий в исследуемых выборках одинакового размера.</li> <li>С использованием критерия Стьюдента проверить воспроизводимость среднего в экспериментальных выборках одинакового размера.</li> <li>Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки.</li> <li>Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения от размера нейронной сети при заданном размере выборки.</li> <li>Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки для сетей разного размера.</li> <li>Для заданной ИНС рассчитать ошибки обучения и обобщения. Сопоставить ошибки обучения и обобщения с теоретическими зависимостями и выбрать новый дополнительный размер выборки и новый дополнительный размер ИНС таким образом, чтобы полученные в итоге зависимости соответствовали теоретическим зависимостям.</li> <li>Используя заданную функцию и указанные пределы по факторам сгенерировать массив из 100 значений для каждого фактора и рассчитать для каждой полученной комбинации факторов значение выходного параметра. Для генерации случайной</li> </ol>	$\alpha=0,05$								Степени свободы	1	2	3	4	5	6	7	кр. Стьюдента	12,70615	4,302656	3,182449	2,776451	2,570578	2,446914	2,364623
$\alpha=0,05$																										
Степени свободы	1	2	3	4	5	6	7																			
кр. Стьюдента	12,70615	4,302656	3,182449	2,776451	2,570578	2,446914	2,364623																			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>величины использовать функцию excel СЛЧИС. Данная функция генерирует равномерно распределенную случайную величину в диапазоне [0;1]. Используя сгенерированные наборы данных, рассчитать коэффициент корреляции между откликом и каждым из факторов. <math>Y=X_1^2+X_2+X_1*X_2^2+0,1*X_3</math>. Здесь <math>X_1, X_2, X_3 \in [-2;0]</math>.</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория эксперимента и наука о данных» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– 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.