



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  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА***

Направление подготовки (специальность)  
27.03.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

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

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	3, 4
Семестр	6, 7

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2015 г. № 1171)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

12.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АСУ, канд. техн. наук \_\_\_\_\_ Е.С. Рябчикова

Рецензент: зам. директора ЗАО "КонсОМ СКС" , канд. техн. наук  
Ю.Н. Волщук





## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 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 2022 - 2023 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 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

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

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

изучение студентами основных приемов обработки и представления экспериментальных данных, теоретических и методологических основ организации и проведения эксперимента, методов обработки экспериментальной информации, создания моделей процессов и объектов автоматизации и управления, а также овладение способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.

Для достижения поставленных целей в дисциплине «Теория и техника инженерного эксперимента» решаются задачи:

- изучение особенностей проведения научного и промышленного экспериментов, а так-же необходимых условий эффективного применения активного и пассивного эксперимента;
- изучение статистических оценок параметров распределений, применяемых при обработке экспериментальных данных и обучение статистической проверке гипотез;
- структурное в рамках теории эксперимента изучение известных видов и методов анализа и планирования при экспериментальном исследовании;
- обоснование необходимости применения каждого аналитического инструмента и обозначение его взаимосвязи с прочими средствами;
- изучение вопросов, связанных с выбором рационального типа модели, ее настройкой, адаптацией и проверкой на адекватность.

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

Дисциплина Теория и техника инженерного эксперимента входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Метрология и средства измерений

Введение в направление

Физические основы получения информации

Программирование и основы алгоритмизации

Теория автоматического управления

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

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

Методы оптимизации

Моделирование систем

Системы автоматизации и управления

Автоматизированное управление в технических системах

Производственная – преддипломная практика

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) «Теория и техника инженерного эксперимента» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>- общую структуру эксперимента;</li><li>- функциональные задачи, связанные с оценкой результатов эксперимента;</li><li>- особенности визуализации экспериментальных данных;</li><li>- основные понятия и методы теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов;</li><li>- способы организации обработки данных с применением специализированных математических пакетов;</li><li>- взаимосвязи между известными задачами экспериментальных исследований и методами их решения на основе анализа данных;</li></ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"><li>- выбирать методы обработки экспериментальной информации и интерпретировать результаты экспериментов;</li><li>- рассчитывать показатели статистических оценок выборки; проверять гипотезы о законе распределения;</li></ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"><li>- навыками представления и графической визуализации собранной информации;</li><li>- навыками расчета статистических характеристик данных, определения закона распределения;</li><li>- навыками моделирования одномерных и многомерных случайных величин;</li><li>- навыками работы с техническими и программными средствами автоматизированного сбора и анализа данных эксперимента;</li></ul>
ПК-1 способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	

Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы, формы и этапы проведения эксперимента;</li> <li>- возможности современного программно-технического обеспечения автоматизированных систем сбора, обработки и хранения информации;</li> <li>- основные методы, формы и этапы активного планирования эксперимента; алгоритмы формирования выборки активного эксперимента и обработки данных с целью исключения влияния погрешностей; особенности оценки эффективности выбранного плана;</li> <li>- особенности проведения пассивного эксперимента на действующем технологическом объекте;</li> <li>- основные понятия теории отбора данных (сэмплинга);</li> <li>- методологию использования математических пакетов для обработки данных пассивного эксперимента и оценки их пригодности для создания модели;</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять требуемый состав прикладного программного обеспечения и требуемый состав измерительной аппаратуры, устройств связи с объектом;</li> <li>- создавать модели с применением собранной информации активного и пассивного эксперимента;</li> <li>- осуществлять планирование активного и пассивного эксперимента;</li> <li>- применять принципы и законы математической статистики при решении задач планирования активного и пассивного эксперимента;</li> <li>- осуществлять технологическое проектирование системы отбора (сэмплинга) экспериментальных данных из баз с применением открытых интерфейсов и серверов ввода-вывода;</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками организации автоматизированного сбора данных на действующих объектах;</li> <li>- навыками адаптации плана эксперимента под условия конкретного объекта исходя из обеспечения принципиальной возможности постановки эксперимента; навыками преобразования факторного пространства;</li> <li>- навыками решения практических задач проведения эксперимента в лабораторных условиях или в условиях действующих технологических процессов с использованием современных систем сбора, обработки и хранения информации;</li> </ul>
ПК-2 способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- алгоритмы формирования выборки и обработки данных вычислительного эксперимента с целью создания на их основе модели технологического процесса;</li> <li>- методики оценки адекватности и достоверности созданной модели на основе анализа ошибок обучения и обобщения, а также анализа регрессионных остатков модели;</li> </ul>

Уметь	<ul style="list-style-type: none"><li>- оценивать воспроизводимость эксперимента, производить отбраковку ошибочных результатов;</li><li>- применять принципы и законы математической статистики при решении задач организации вычислительного эксперимента;</li><li>- решать задачи адаптации математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления с использованием статистической информации;</li><li>- пользоваться аппаратом дисперсного, факторного, регрессионного, корреляционного анализа при экспериментальном исследовании;</li></ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"><li>- навыками создания моделей процессов и объектов автоматизации и управления с учетом оценок точности, адекватности и достоверности.</li></ul>



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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 106,95 акад. часов;
- аудиторная – 105 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 109,05 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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. Структура эксперимента								
1.1 Взаимосвязи между известными задачами экспериментальных исследований и методами их решения на основе анализа данных.	6	2			4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию	Собеседование	ОПК-5, ПК-1, ПК-2
1.2 Типы моделей процессов и объектов автоматизации и управления и особенности их выбора.		2			4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию	Собеседование	ОПК-5, ПК-1, ПК-2
Итого по разделу		4			8			
2. Получение экспериментальной информации								
2.1 Системы сбора данных на основе открытых интерфейсов доступа к средствам диспетчерского управления и микропроцессорной	6	2			4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию	Собеседование	ОПК-5, ПК-1, ПК-2
2.2 Интерфейсы OPC и DDE		2	8		4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-5, ПК-1, ПК-2
Итого по разделу		4	8		8			
3. Планирование эксперимента								

3.1 Масштабирование факторов. Планы первого и второго порядков.	6	4	18/14И		19	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение домашней контрольной работы	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе Контрольная работа	ОПК-5, ПК-1, ПК-2
3.2 Адаптация планов к условиям конкретного объекта. Вращение факторного пространства. Борьба с погрешностями при планировании.		2	4		9	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-5, ПК-1, ПК-2
Итого по разделу		6	22/14И		28			
Итого за семестр		17	34/14И		56,05		зао	
4. Введение в статистическую обработку данных								
4.1 Характеристики случайных величин. Моделирование одномерных и многомерных случайных величин.	6	3	4		12,05	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-5, ПК-1
4.2 Статистические оценки параметров распределений, применяемых при обработке экспериментальных данных и проверке гипотез (Фишера, Стьюдента, Пирсона и др.). Воспроизводимость эксперимента.	7	3	14/14И		9	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-5, ПК-1
Итого по разделу		6	18/14И		21,05			
5. Анализ и обработка статистических данных								
5.1 Классические виды анализа (дисперсионный, регрессионный, факторный, корреляционный).	7	4	8		9	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-5, ПК-1

5.2 Отбор и фильтрация данных (сэмплинг).		2	2		9	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-5, ПК-1
Итого по разделу		6	10		18			
6. Создание статистических моделей по данным пассивного эксперимента								
6.1 Проблемы выборки данных пассивного эксперимента и способы их решения. Создание моделей.	7	2	4		11	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ПК-2
6.2 Оценка адекватности математических моделей по ошибкам обучения и обобщения, а также по регрессионным остаткам.		2	4		11	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ПК-2
Итого по разделу		4	8		22			
7. Математические модели процессов и объектов автоматизации и управления								
7.1 Адаптация математических моделей.	7	3			2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию	Собеседование	ПК-2
7.2 Вопросы точности, достоверности и адекватности моделей		2	4		2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ПК-2
Итого по разделу		5	4		4			
Итого за семестр		18	36/14И		53		зао	
Итого по дисциплине		35	70/28И		109,0 5		зачет с оценкой	ОПК-5,ПК-1,ПК-2

## **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; лабораторные 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). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1012.pdf&show=dcatalogues/1/1119225/1012.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2943.pdf&show=dcatalogues/1/1134720/2943.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=279.pdf&show=dcatalogues/1/1061152/279.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. 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). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3040.pdf&show=dcatalogues/1/1135025/3040.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3. Акманова, З. С. Статические методы обработки экспериментальных данных : электронное учебное пособие / З. С. Акманова, Н. И. Кимайкина. - Б. м. : Б. и., Б. г. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=971.pdf&show=dcatalogues/1/1119068/971.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Логунова, О. С. Теория и практика обработки экспериментальных данных на ЭВМ : учебное пособие / О. С. Логунова, Е. А. Ильина, В. В. Павлов ; МГТУ, каф. ВТиПМ. - Магнитогорск, 2011. - 294 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=366.pdf&show=dcatalogues/1/1079145/366.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

5. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5107> (дата обращения: 17.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=619.pdf&show=dcatalogues/1/1107849/619.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0379-1. - Имеется печатный аналог.

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

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows XP Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	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	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>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<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="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>

Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</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>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа  
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: компьютерный класс  
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся  
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  
Доска, мультимедийный проектор, экран
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования  
Стеллажи для хранения учебно-методической документации



**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория и техника инженерного эксперимента»**

По дисциплине «Теория и техника инженерного эксперимента» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ и доклад по полученным результатам, а также устный опрос о порядке выполнения лабораторной работы, полученным умениям и навыкам. Внеаудиторная самостоятельная работа предполагает самостоятельно изучение учебной литературы, а также выполнение домашней контрольной работы.

**Примерные вопросы для устного опроса по выполненным лабораторным работам**

<b>Тема лабораторной работы</b>	<b>Вопросы для устного опроса</b>
<p>Структура эксперимента. Случайные величины</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите основные этапы эксперимента.</li> <li>2. Дайте понятие фактора и отклика.</li> <li>3. В каком случае эксперимент является воспроизводимым?</li> <li>4. Чем характеризуется активный эксперимент? Каковы его достоинства и недостатки?</li> <li>5. Перечислите основные задачи планирования активного эксперимента.</li> <li>6. Чем характеризуется пассивный эксперимент?</li> <li>7. В чем заключается метод сэмпинга?</li> <li>8. На чем основан корреляционный анализ данных?</li> <li>9. На чем основан дисперсионный анализ данных?</li> <li>10. Какие существуют классификаторы при выборе типа модели?</li> <li>11. Какие должны выполняться требования, чтобы модель была адекватной?</li> <li>12. Что такое коэффициент детерминации? Как его можно использовать для оценки достоверности модели?</li> <li>13. Что такое случайная величина? Какими способами она может быть описана?</li> <li>14. Что показывает функция плотности распределения? Каковы ее свойства.</li> <li>15. Что показывает интегральный закон распределения? Каковы свойства интегральной функции распределения вероятности?</li> <li>16. Перечислите основные виды законов распределения случайной величины и нарисуйте для них графики функции плотности распределения.</li> </ol>
<p>Моделирование одномерной случайной величины</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие действия необходимо выполнить для определения параметров закона распределения случайной величины?</li> <li>2. Каким образом определяется число интервалов разбиения?</li> <li>3. Методика построения диаграммы накопленных частот.</li> <li>4. Методика построения гистограммы выборки.</li> <li>5. Как с помощью интегральной функции распределения вероятности определить вероятность попадания случайной величины в заданный диапазон?</li> </ol>

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Как с помощью дифференциальной функции распределения вероятности определить вероятность попадания случайной величины в заданный диапазон?</li> <li>7. На базе каких случайных величин может быть смоделирована случайная величина, распределенная по нормальному закону распределения?</li> <li>8. Сформулируйте алгоритм генерации случайной величины, распределенной по нормальному закону с заданными параметрами <math>a</math> и <math>\sigma</math>.</li> </ol>
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> <li>14. Каковы особенности планов дробного факторного эксперимента?</li> <li>15. Составьте матрицу планирования для ДФЭ <math>2^{3-1}</math> и запишите функцию отклика.</li> <li>16. Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ДФЭ?</li> </ol>
Планы второго порядка. Борьба систематической погрешностью	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы особенности планов второго порядка?</li> <li>2. Каким образом строятся планы второго порядка?</li> <li>3. Что входит в состав плана ОЦКП?</li> <li>4. Каким образом определяется общее количество точек в плане ОЦКП?</li> <li>5. Нарисуйте Графическое представление ОЦКП при <math>n=3</math></li> <li>6. Каким образом определяются параметры <math>a</math> и <math>\alpha</math> в ОЦКП?</li> <li>7. Составьте план ОЦКП при трех факторах в общем случае.</li> <li>8. Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ОЦКП?</li> <li>9. Какие могут возникнуть проблемы применения планов ПФЭ и ОЦКП при создании модели объекта с системой</li> </ol>

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
	<p>автоматического управления?</p> <p>10. В каких случаях возникает систематическая погрешность при проведении эксперимента? Какими способами можно исключить ее влияние?</p>
<p>Технические и программные средства проведения эксперимента. Интерфейсы связи</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поясните общую структуру уровня контроллеров SIMATIC</li> <li>2. В чем заключается технология SCADA?</li> <li>3. Для чего нужны средства человеко-машинного интерфейса?</li> <li>4. Какие задачи реализуют SCADA-системы?</li> <li>5. Какие две основные технологии используют Современные SCADA системы?</li> <li>6. Поясните общую схему организации связи Intouch с контроллерами Siemens, укажите назначение ее элементов.</li> <li>7. Какими способами возможна организация связи по DDE в Intouch?</li> <li>8. Какую систему подключения можно выбрать перед созданием приложения, взаимодействующего с базой данных?</li> </ol>
<p>Воспроизводимость эксперимента. Критерии Стьюдента и Фишера</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> <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>

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
Корреляционный и дисперсионный анализ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что лежит в основе корреляционного анализа?</li> <li>2. Напишите и поясните формулу коэффициента корреляции.</li> <li>3. Приведите примеры значения коэффициента корреляции при разных видах зависимости между <math>X_1</math> и <math>X_2</math>.</li> <li>4. Каким образом можно использовать коэффициент корреляции в задачах управления?</li> <li>5. Что показывает корреляционная функция? Где она применяется?</li> <li>6. Что такое АКФ и ЧАКФ? Чем они отличаются? Поясните с помощью графиков.</li> <li>7. В чем суть модели авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего ARIMA?</li> <li>8. 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> </ol>
Пассивный эксперимент. Модели на базе искусственных нейронных сетей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким образом можно применить искусственные обучаемые нейронные сети при планировании эксперимента?</li> <li>2. Нарисуйте конструкцию многослойного перцептрона в общем виде.</li> <li>3. Как происходит процесс обучения ИНС?</li> <li>4. Поясните суть метода обучения ИНС, получившего название метода “обратного распространения ошибки”.</li> <li>5. Нарисуйте конструкцию двухслойного перцептрона.</li> <li>6. Что является минимизируемой целевой функцией ошибки ИНС (формула)?</li> <li>7. Поясните алгоритм обучения ИНС с помощью процедуры обратного распространения.</li> <li>8. Каким образом можно повысить эффективность метода “обратного распространения ошибки”?</li> </ol>
Оценка адекватности моделей, созданных на базе пассивного эксперимента	<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> </ol>

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
	10. Какие можно использовать методы для проверки гипотезы о равенстве среднего нулю? 11. В чем состоит суть критерия Пирсона? 12. Каким образом проверяется постоянство дисперсий регрессионных остатков? 13. В чем заключается тест Голфилда – Кванта? 14. Поясните суть расчета статистики Дарбина-Уотсона для проверки требования независимости регрессионных остатков.
Модели на базе нечеткой логики	1. Поясните понятие «нечеткая логика». 2. Что показывает функция принадлежности? 3. Нарисуйте структуру контура управления с нечетким регулятором. 4. Нарисуйте функции принадлежности для лингвистических переменных нечеткого регулятора. 5. Каким образом формируется база правил нечеткого регулятора? Приведите пример нескольких правил. 6. Каким образом рассчитывается выход нечеткого регулятора?

**Домашняя контрольная работа**  
**«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  $[0;0,5]$ .



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  $[-1;1]$ .

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Теория и техника инженерного эксперимента»

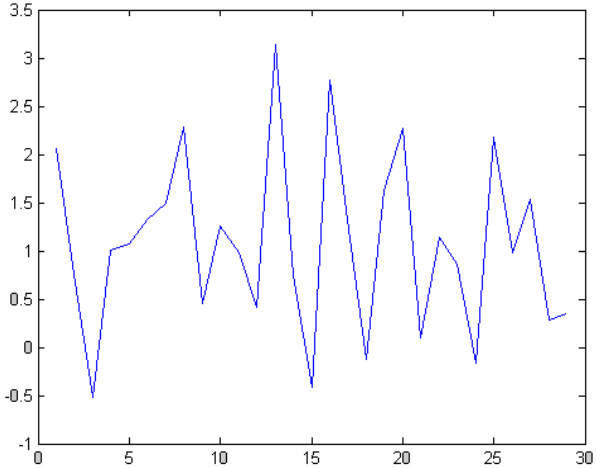
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5)		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– общую структуру эксперимента;</li> <li>– функциональные задачи, связанные с оценкой результатов эксперимента;</li> <li>– особенности визуализации экспериментальных данных;</li> <li>– основные понятия и методы теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов;</li> <li>– способы организации обработки данных с применением специализированных математических пакетов;</li> <li>– взаимосвязи между известными задачами экспериментальных исследований и методами их решения на основе анализа данных</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите основные этапы эксперимента.</li> <li>2. Дайте понятие фактора и отклика.</li> <li>3. В каком случае эксперимент является воспроизводимым?</li> <li>4. Чем характеризуется активный эксперимент? Каковы его достоинства и недостатки?</li> <li>5. Перечислите основные задачи планирования активного эксперимента.</li> <li>6. Чем характеризуется пассивный эксперимент?</li> <li>7. В чем заключается метод сэмпинга?</li> <li>8. На чем основан корреляционный анализ данных?</li> <li>9. На чем основан дисперсионный анализ данных?</li> <li>10. Какие существуют классификаторы при выборе типа модели?</li> <li>11. Какие должны выполняться требования, чтобы модель была адекватной?</li> <li>12. Что такое коэффициент детерминации? Как его можно использовать для оценки достоверности модели?</li> <li>13. Что такое случайная величина? Какими способами она может быть описана?</li> <li>14. Что показывает функция плотности распределения? Каковы ее свойства.</li> <li>15. Что показывает интегральный закон распределения? Каковы свойства интегральной функции распределения вероятности?</li> <li>16. Перечислите основные виды законов распределения случайной величины.</li> <li>17. Какие действия необходимо выполнить для определения параметров закона</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>распределения случайной величины?</p> <p>18. Каким образом определяется число интервалов разбиения?</p> <p>19. Методика построения диаграммы накопленных частот.</p> <p>20. Методика построения гистограммы выборки.</p> <p>21. Как с помощью интегральной функции распределения вероятности определить вероятность попадания случайной величины в заданный диапазон?</p> <p>22. Как с помощью дифференциальной функции распределения вероятности определить вероятность попадания случайной величины в заданный диапазон?</p> <p>23. На базе каких случайных величин может быть смоделирована случайная величина, распределенная по нормальному закону распределения?</p> <p>24. Сформулируйте алгоритм генерации случайной величины, распределенной по нормальному закону с заданными параметрами <math>\mu</math> и <math>\sigma</math>.</p> <p>25. Поясните общую структуру уровня контроллеров SIMATIC</p> <p>26. В чем заключается технология SCADA?</p> <p>27. Для чего нужны средства человеко-машинного интерфейса?</p> <p>28. Какие задачи реализуют SCADA-системы?</p> <p>29. Какие две основные технологии используют Современные SCADA системы?</p> <p>30. Поясните общую схему организации связи Intouch с контроллерами Siemens, укажите назначение ее элементов.</p> <p>31. Какими способами возможна организация связи по DDE в Intouch?</p> <p>32. Какую систему подключения можно выбрать перед созданием приложения, взаимодействующего с базой данных?</p> <p>33. Поясните понятие «нечеткая логика».</p> <p>34. Что показывает функция принадлежности?</p> <p>35. Каким образом формируется база правил нечеткого регулятора? Приведите пример нескольких правил.</p> <p>36. Каким образом рассчитывается выход нечеткого регулятора?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>выбирать методы обработки экспериментальной информации и интерпретировать результаты экспериментов;</i></li> <li>– <i>рассчитывать показатели статистических оценок выборки; проверять гипотезы о законе распределения;</i></li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисуйте графики функции плотности распределения для основных законов распределения.</li> <li>2. По заданному ряду экспериментальных данных постройте диаграмму накопленных частот.</li> <li>3. По заданному ряду экспериментальных данных постройте гистограмму выборки.</li> <li>4. На приведенном рисунке показаны значения случайной величины, подчиняющийся одному из трех законов распределения (Уишарта, нормальный и равномерный закон). На горизонтальной шкале указан порядковый номер значения, а на вертикальной само значение. По приведенным данным построить два графика: функцию плотности распределения (гистограмму) и интегральную функцию распределения (тоже гистограмму). Определить вид закона распределения. На каждом из графиков указать любой один интервал, в который случайная величина попадает с вероятностью 0,2.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p data-bbox="974 877 2094 1061"> 5. Сгенерируйте случайную величину, распределенную по нормальному закону с заданными параметрами <math>\mu</math> и <math>\sigma</math>.  6. Нарисуйте структуру контура управления с нечетким регулятором.  7. Нарисуйте функции принадлежности для лингвистических переменных нечеткого регулятора. </p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками представления и графической визуализации собранной информации;</li> <li>– навыками расчета статистических характеристик данных, определения закона распределения;</li> <li>– навыками моделирования одномерных и многомерных случайных величин;</li> <li>– навыками работы с техническими и программными средствами</li> </ul>	<p data-bbox="929 1117 1904 1157">Лабораторная работа «Структура эксперимента. Случайные величины»</p> <p data-bbox="929 1157 1937 1197">Лабораторная работа «Моделирование одномерной случайной величины»</p> <p data-bbox="929 1197 1926 1284">Лабораторная работа «Технические и программные средства проведения эксперимента. Интерфейсы связи»</p> <p data-bbox="929 1284 1702 1324">Лабораторная работа «Модели на базе нечеткой логики»</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<i>автоматизированного сбора и анализа данных эксперимента</i>	
способностью выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств (ПК-1)		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>основные методы, формы и этапы проведения эксперимента;</i></li> <li>– <i>возможности современного программно-технического обеспечения автоматизированных систем сбора, обработки и хранения информации;</i></li> <li>– <i>основные методы, формы и этапы активного планирования эксперимента; алгоритмы формирования выборки активного эксперимента и обработки данных с целью исключения влияния погрешностей; особенности оценки эффективности выбранного плана;</i></li> <li>– <i>особенности проведения пассивного эксперимента на действующем технологическом объекте;</i></li> <li>– <i>основные понятия теории отбора данных (сэмплинга);</i></li> <li>– <i>методологию использования математических пакетов для обработки данных пассивного</i></li> </ul>	<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> <li>19. Составьте матрицу планирования для ПФЭ 2<sup>2</sup> и запишите функцию отклика.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<i>эксперимента и оценки их пригодности для создания модели;</i>	20. Составьте матрицу планирования для ПФЭ $2^3$ и запишите функцию отклика. 21. Каковы особенности плана ПФЭ $2^n$ ? 22. Каковы особенности планов дробного факторного эксперимента? 23. Составьте матрицу планирования для ДФЭ $2^{3-1}$ и запишите функцию отклика. 24. Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ДФЭ? 25. Каковы особенности планов второго порядка? 26. Каким образом строятся планы второго порядка? 27. Что входит в состав плана ОЦКП? 28. Каким образом определяется общее количество точек в плане ОЦКП? 29. Нарисуйте Графическое представление ОЦКП при $n=3$ 30. Каким образом определяются параметры $a$ и $\alpha$ в ОЦКП? 31. Составьте план ОЦКП при трех факторах в общем случае. 32. Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ОЦКП? 33. Какие могут возникнуть проблемы применения планов ПФЭ и ОЦКП при создании модели объекта с системой автоматического управления? 34. В каких случаях возникает систематическая погрешность при проведении эксперимента? Какими способами можно исключить ее влияние? 35. Каким образом можно применить искусственные обучаемые нейронные сети при планировании эксперимента? 36. Как происходит процесс обучения ИНС? 37. Поясните суть метода обучения ИНС, получившего название метода “обратного распространения ошибки”. 38. Что является минимизируемой целевой функцией ошибки ИНС (формула)? 39. Поясните алгоритм обучения НС с помощью процедуры обратного распространения. 40. Каким образом можно повысить эффективность метода “обратного распространения ошибки”?
Уметь	– <i>определять требуемый состав прикладного программного</i>	1. Составить план эксперимента ПФЭ $2^3$ . Найти коэффициенты $b$ и проверить точность полученного выражения в точках плана. Для получения значений

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p><i>обеспечения и требуемый состав измерительной аппаратуры, устройств связи с объектом;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>создавать модели с применением собранной информации активного и пассивного эксперимента;</i></li> <li>– <i>осуществлять планирование активного и пассивного эксперимента;</i></li> <li>– <i>применять принципы и законы математической статистики при решении задач планирования активного и пассивного эксперимента;</i></li> <li>– <i>осуществлять технологическое проектирование системы отбора (сэмплинга) экспериментальных данных из баз с применением открытых интерфейсов и серверов ввода-вывода;</i></li> </ul>	<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> <ol style="list-style-type: none"> <li>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>.</li> <li>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>.</li> <li>4. Нарисуйте конструкцию многослойного перцептрона в общем виде.</li> <li>5. Нарисуйте конструкцию двухслойного перцептрона.</li> <li>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): <ul style="list-style-type: none"> <li>• нет скрытых слоев;</li> <li>• 1 скрытый слой – 10 нейронов.</li> </ul> Создать выборку данных для теста функции размером 100 наборов. Провести тестирование ИНС, определив значения показателей – средней ошибки, среднеквадратичной ошибки и максимальной ошибки.</li> </ol>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>навыками организации автоматизированного сбора данных на действующих объектах;</i></li> <li>– <i>навыками адаптации плана эксперимента под условия</i></li> </ul>	<p>Лабораторная работа «Планирование при активном эксперименте»</p> <p>Лабораторная работа «Планы второго порядка. Борьба с систематической погрешностью»</p> <p>Лабораторная работа «Технические и программные средства проведения эксперимента. Интерфейсы связи»</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p><i>конкретного объекта исходя из обеспечения принципиальной возможности постановки эксперимента; навыками преобразования факторного пространства;</i></p> <p>– <i>навыками решения практических задач проведения эксперимента в лабораторных условиях или в условиях действующих технологических процессов с использованием современных систем сбора, обработки и хранения информации;</i></p>	Лабораторная работа «Пассивный эксперимент. Модели на базе искусственных нейронных сетей»
<p>способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления (ПК-2)</p>		
Знать	<p>– <i>алгоритмы формирования выборки и обработки данных вычислительного эксперимента с целью создания на их основе модели технологического процесса;</i></p> <p>– <i>методики оценки адекватности и достоверности созданной модели на основе анализа ошибок обучения и обобщения, а также анализа регрессионных остатков модели;</i></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> <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> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Каким образом оценивается воспроизводимость плана, если имеются дисперсии?</p> <p>11. Напишите и поясните формулу дисперсии воспроизводимости плана.</p> <p>12. Каким образом можно осуществить проверку адекватности модели, созданной по данным активного эксперимента?</p> <p>13. Как рассчитывается дисперсия адекватности? Для чего ее используют?</p> <p>14. Каким образом можно исключить из модели слабые значащие факторы?</p> <p>15. Что лежит в основе корреляционного анализа?</p> <p>16. Напишите и поясните формулу коэффициента корреляции.</p> <p>17. Приведите примеры значения коэффициента корреляции при разных видах зависимости между <math>X_1</math> и <math>X_2</math>.</p> <p>18. Каким образом можно использовать коэффициент корреляции в задачах управления?</p> <p>19. Что показывает корреляционная функция? Где она применяется?</p> <p>20. Что такое АКФ и ЧАКФ? Чем они отличаются? Поясните с помощью графиков.</p> <p>21. В чем суть модели авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего ARIMA?</p> <p>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.</p> <p>23. Что понимается под ошибкой обучения?</p> <p>24. Что понимается под ошибкой обобщения?</p> <p>25. Что такое адекватность модели и чем она отличается от точности модели?</p> <p>26. Почему для адекватности модели необходимо, чтобы ошибки обучения и обобщения были равны?</p> <p>27. В каких случаях применяется анализ регрессионных остатков?</p> <p>28. Опишите примерную структуру анализа регрессионных остатков.</p> <p>29. Какие можно использовать методы для проверки гипотезы о равенстве</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																	
		<p>среднего нулю?</p> <p>30. В чем состоит суть критерия Пирсона?</p> <p>31. Каким образом проверяется постоянство дисперсий регрессионных остатков?</p> <p>32. В чем заключается тест Голфилда – Кванта?</p> <p>33. Поясните суть расчета статистики Дарбина-Уотсона для проверки требования независимости регрессионных остатков.</p>																																	
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>оценивать воспроизводимость эксперимента, производить отбраковку ошибочных результатов;</i></li> <li>– <i>применять принципы и законы математической статистики при решении задач организации вычислительного эксперимента;</i></li> <li>– <i>решать задачи адаптации математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления с использованием статистической информации;</i></li> <li>– <i>пользоваться аппаратом дисперсного, факторного, регрессионного, корреляционного анализа при экспериментальном исследовании;</i></li> </ul>	<p>1. 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?</p> <table border="1" data-bbox="981 727 2040 802"> <tr> <td><math>\alpha=0,05</math></td> <td></td> <td></td> <td></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> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</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> <td>2,306006</td> <td>2,262159</td> <td>2,228139</td> </tr> </table> <p>2. Отфильтровать исходные данные, сгенерированные в программе, от ошибок измерения, с использованием критерия Стьюдента.</p> <p>3. С использованием критерия Фишера оценить постоянство дисперсий в экспериментальных выборках и независимо от результата рассчитать средневзвешенное значение дисперсий в исследуемых выборках одинакового размера.</p> <p>4. С использованием критерия Стьюдента проверить воспроизводимость среднего в экспериментальных выборках одинакового размера.</p> <p>5. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки.</p> <p>6. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения от размера нейронной сети при заданном размере выборки.</p> <p>7. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки для сетей разного размера.</p> <p>8. 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</p>	$\alpha=0,05$											Степени свободы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	кр. Стьюдента	12,70615	4,302656	3,182449	2,776451	2,570578	2,446914	2,364623	2,306006	2,262159	2,228139
$\alpha=0,05$																																			
Степени свободы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																									
кр. Стьюдента	12,70615	4,302656	3,182449	2,776451	2,570578	2,446914	2,364623	2,306006	2,262159	2,228139																									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ИНС таким образом, чтобы полученные в итоге зависимости соответствовали теоретическим зависимостям.</p> <p>9. 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 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 + 0,1 * X_3</math>. Здесь <math>X_1, X_2, X_3 \in [-2;0]</math>.</p>
Владеть	– <i>навыками создания моделей процессов и объектов автоматизации и управления с учетом оценок точности, адекватности и достоверности.</i>	<p>Лабораторная работа «Воспроизводимость эксперимента. Критерии Стьюдента и Фишера»</p> <p>Лабораторная работа «Корреляционный и дисперсионный анализ»</p> <p>Лабораторная работа «Оценка адекватности моделей, созданных на базе пассивного эксперимента»</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория и техника инженерного эксперимента» 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.