



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)

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Направление подготовки (специальность)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	5

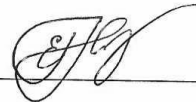
Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем

06.02.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой

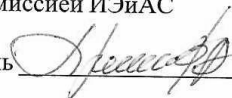


Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель



В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ТиЭС, канд. техн. наук



Л.Л. Демиденко

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК",

канд. техн. наук



В.Н. Михайловский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

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

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

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

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

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

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.Г. Нешпоренко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

изучение студентами основных приёмов 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 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, её настройкой, адаптацией и проверкой на адекватность.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теплотехнический эксперимент входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Физика

Химия

Математика

Техническая термодинамика

Гидрогазодинамика

Тепломассообмен

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Проектная деятельность

Тепломассообменное оборудование предприятий

Энергосбережение и вторичные энергоресурсы

Паротурбинные установки

Тепломассообмен

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теплотехнический эксперимент» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-3..1	Использует методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач, моделировании и проектировании энергосистем

ОПК-3..2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат при теоретическом и экспериментальном исследовании в решении задач энергосбережения
----------	--

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

- Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Структура эксперимента								
1.1 Взаимосвязи между известными задачами экспериментальных исследований и методами их решения на основе анализа данных.	5	2			2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих тем вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию.	Собеседование	ОПК-3..1
Итого по разделу		2			2			
2. Получение экспериментальной информации								
2.1 Системы сбора данных на основе открытых интерфейсов доступа к средствам диспетчерского управления.	5	2		4	2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих тем вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию.	Собеседование	ОПК-3..1, ОПК-3..2
Итого по разделу		2		4	2			
3. Планирование эксперимента								

3.1 Масштабирование факторов. Планы первого и второго порядков.	5	2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих теме вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение домашней контрольной работы	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе Контрольная работа	ОПК-3..1, ОПК-3..2
3.2 Адаптация планов к условиям конкретного объекта. Вращение факторного пространства. Борьба с погрешностями при планировании.		1	2	4	2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих теме вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-3..1, ОПК-3..2
Итого по разделу		3	4	4	4			
4. Введение в статистическую обработку данных								
4.1 Характеристики случайных величин. Моделирование одномерных и многомерных случайных величин.	5	1	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих теме вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-3..1, ОПК-3..2
4.2 Статистические оценки параметров распределений, применяемых при обработке экспериментальных данных и проверке гипотез (Фишера, Стьюдента, Пирсона и др.). Воспроизводимость эксперимента.		1	2	4		Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих теме вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-3..1, ОПК-3..2
Итого по разделу		2	4	4	2			
5. Анализ и обработка статистических данных								

5.1 Классические виды анализа (дисперсионный, регрессионный, факторный, корреляционный).	5	1	2		1	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих теме вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-3..1, ОПК-3..2
Итого по разделу		1	2		1			
6. Создание статистических моделей по данным пассивного эксперимента								
6.1 Проблемы выборки данных пассивного эксперимента и способы их решения. Создание моделей.	5	2	2		1	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих теме вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-3..1, ОПК-3..2
6.2 Оценка адекватности математических моделей по ошибкам обучения и обобщения, а также по регрессионным остаткам.		2	2	4	1,3	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих теме вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-3..1, ОПК-3..2
Итого по разделу		4	4	4	2,3			
7. Математические модели процессов и объектов автоматизации и управления								
7.1 Адаптация математических моделей.	5	2		2	2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих теме вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию.	Собеседование	ОПК-3..1, ОПК-3..2

7.2 Вопросы точности, достоверности и адекватности моделей		2	4		2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Рассмотрение соответствующих теме вопросов из прил. 6. Подготовка к собеседованию. Подготовка к лабораторным работам	Собеседование Устный опрос по лабораторной работе	ОПК-3..1, ОПК-3..2
Итого по разделу		4	4	2	39,7			
Итого за семестр		18	18	18	17,3		зачёт	
Итого по дисциплине		18	18	18	53		зачет	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, и тестированию.

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. Лукьянов, С. И. Основы инженерного эксперимента: Учебное пособие / Лукьянов С.И., Панов А.Н., Васильев А.Е. - Москва :ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 99 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01301-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1020699>
2. Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 398 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010810>

б) Дополнительная литература:

1. 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>
2. Примеры и задачи по теплообмену : учебное пособие / В. С. Логинов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1132-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112072>
3. Дегтярева, О. Н. Нормирование точности и технические измерения : учебное пособие / О. Н. Дегтярева, А. А. Баканов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-906888-69-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105390>

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>. - ISBN 978-5-9967-0379-1. - Текст : непосредственный. - Имеется печатный аналог.

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	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
MathCAD v.15 Education University	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

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 обучающихся.

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
Структура эксперимента. Случайные величины	1. Перечислите основные этапы эксперимента. 2. Дайте понятие фактора и отклика. 3. В каком случае эксперимент является воспроизводимым? 4. Чем характеризуется активный эксперимент? Каковы его достоинства и недостатки? 5. Перечислите основные задачи планирования активного эксперимента. 6. Чем характеризуется пассивный эксперимент? 7. В чем заключается метод сэмпинга? 8. На чем основан корреляционный анализ данных? 9. На чем основан дисперсионный анализ данных? 10. Какие существуют классификаторы при выборе типа модели? 11. Какие должны выполняться требования, чтобы модель была адекватной? 12. Что такое коэффициент детерминации? Как его можно использовать для оценки достоверности модели? 13. Что такое случайная величина? Какими способами она может быть описана? 14. Что показывает функция плотности распределения? Каковы ее свойства. 15. Что показывает интегральный закон распределения? Каковы свойства интегральной функции распределения вероятности? 16. Перечислите основные виды законов распределения случайной величины и нарисуйте для них графики функции плотности распределения.
Моделирование одномерной случайной величины	1. Какие действия необходимо выполнить для определения параметров закона распределения случайной величины? 2. Каким образом определяется число интервалов разбиения? 3. Методика построения диаграммы накопленных частот. 4. Методика построения гистограммы выборки. 5. Как с помощью интегральной функции распределения вероятности определить вероятность попадания случайной величины в заданный диапазон? 6. Как с помощью дифференциальной функции распределения вероятности определить вероятность попадания случайной величины в заданный диапазон? 7. На базе каких случайных величин может быть смоделирована случайная величина, распределенная по нормальному закону распределения? 8. Сформулируйте алгоритм генерации случайной величины, распределенной по нормальному закону с заданными параметрами μ и σ.
Планирование при	1. Какова цель планирования эксперимента?

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
активном эксперименте	- Для чего нужно масштабирование входных параметров? - Напишите структуру регрессионной модели в общем виде. - Поясните, каким образом можно провести масштабирование входных параметров, на примере двух факторов. - Напишите общий вид функции отклика в полиномиальном виде, для кодированных факторов. - Напишите вид полного квадратичного полинома для двух факторов. - Поясните суть ортогонального планирования эксперимента. - Каковы особенности планов полного факторного эксперимента? - Что означает основание 2 в ПФЭ 2^n? - Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ПФЭ? - Составьте матрицу планирования для ПФЭ 2^2 и запишите функцию отклика. - Составьте матрицу планирования для ПФЭ 2^3 и запишите функцию отклика. - Каковы особенности плана ПФЭ 2^n? - Каковы особенности планов дробного факторного эксперимента? - Составьте матрицу планирования для ДФЭ 2^{3-1} и запишите функцию отклика. - Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ДФЭ?
Планы второго порядка. Борьба с систематической погрешностью	- Каковы особенности планов второго порядка? - Каким образом строятся планы второго порядка? - Что входит в состав плана ОЦКП? - Каким образом определяется общее количество точек в плане ОЦКП? - Нарисуйте Графическое представление ОЦКП при $n=3$ - Каким образом определяются параметры a и α в ОЦКП? - Составьте план ОЦКП при трех факторах в общем случае. - Как рассчитываются коэффициенты функции отклика для ОЦКП? - Какие могут возникнуть проблемы применения планов ПФЭ и ОЦКП при создании модели объекта с системой автоматического управления? - В каких случаях возникает систематическая погрешность при проведении эксперимента? Какими способами можно исключить ее влияние?
Технические и программные средства проведения эксперимента. Интерфейсы связи	- Поясните общую структуру уровня контроллеров SIMATIC - В чем заключается технология SCADA? - Для чего нужны средства человеко-машинного интерфейса? - Какие задачи реализуют SCADA-системы? - Какие две основные технологии используют

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
	Современные SCADA системы? 6. Поясните общую схему организации связи Intouch с контроллерами Siemens, укажите назначение ее элементов. 7. Какими способами возможна организация связи по DDE в Intouch? 8. Какую систему подключения можно выбрать перед созданием приложения, взаимодействующего с базой данных?
Воспроизводимость эксперимента. Критерии Стьюдента и Фишера	1. В чем заключается условие воспроизводимости эксперимента? 2. Напишите и поясните формулу критерия Стьюдента. Для чего он используется? 3. Каким образом необходимо представить экспериментальную информацию о значениях изучаемого параметра для использования критерия Стьюдента? 4. Нарисуйте и поясните график функции плотности вероятности Стьюдента. 5. Как определяется число степеней свободы для критерия Стьюдента? 6. Каким образом с помощью критерия Стьюдента можно производить отбраковку грубых ошибок в результатах повторных опытов? 7. Напишите и поясните формулу критерия Фишера. 8. Что описывает F-распределение? 9. Нарисуйте график интегральной функции распределения Фишера. Что можно из него определить? 10. Каким образом оценивается воспроизводимость плана, если имеются дисперсии? 11. Напишите и поясните формулу дисперсии воспроизводимости плана. 12. Каким образом можно осуществить проверку адекватности модели, созданной по данным активного эксперимента? 13. Как рассчитывается дисперсия адекватности? Для чего ее используют? 14. Каким образом можно исключить из модели слабозначащие факторы?
Корреляционный и дисперсионный анализ	1. Что лежит в основе корреляционного анализа? 2. Напишите и поясните формулу коэффициента корреляции. 3. Приведите примеры значения коэффициента корреляции при разных видах зависимости между X_1 и X_2. 4. Каким образом можно использовать коэффициент корреляции в задачах управления? 5. Что показывает корреляционная функция? Где она применяется? 6. Что такое АКФ и ЧАКФ? Чем они отличаются? Поясните с помощью графиков. 7. В чем суть модели авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего ARIMA? 8. Для чего используют дисперсионный анализ? В чем его смысл? Поясните на примере, в случае, когда некоторая

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
	случайная величина зависит от двух действующих на неё факторов А и В.
Пассивный эксперимент. Модели на базе искусственных нейронных сетей	1. Каким образом можно применить искусственные обучаемые нейронные сети при планировании эксперимента? 2. Нарисуйте конструкцию многослойного перцептрона в общем виде. 3. Как происходит процесс обучения ИНС? 4. Поясните суть метода обучения ИНС, получившего название метода “обратного распространения ошибки”. 5. Нарисуйте конструкцию двухслойного перцептрона. 6. Что является минимизируемой целевой функцией ошибки ИНС (формула)? 7. Поясните алгоритм обучения НС с помощью процедуры обратного распространения. 8. Каким образом можно повысить эффективность метода “обратного распространения ошибки”?
Оценка адекватности моделей, созданных на базе пассивного эксперимента	1. Что понимается под ошибкой обучения? 2. Что понимается под ошибкой обобщения? 3. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки. 4. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения от размера нейронной сети при заданном размере выборки. 5. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки для сетей разного размера. 6. Что такое адекватность модели и чем она отличается от точности модели? 7. Почему для адекватности модели необходимо, чтобы ошибки обучения и обобщения были равны? 8. В каких случаях применяется анализ регрессионных остатков? 9. Опишите примерную структуру анализа регрессионных остатков. 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

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
	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 $Y=0,25 \cdot X_1 + X_2$. 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 $Y=X_1+X_2+X_1 \cdot X_2+0 \cdot X_3$. 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 $Y=0,2 \cdot X_1 + X_1 \cdot X_2$. 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 $Y=X_1+2 \cdot X_2+X_1 \cdot X_2+0,5 \cdot X_3$. 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 $Y=0,45 \cdot X_1 + X_2$. 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 $Y=X_1+2 \cdot X_2+0,5 \cdot X_1 \cdot X_2+0,5 \cdot X_3$. 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 $Y=X_1+0,25 \cdot X_2$. 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 $Y=X_1+0,25 \cdot X_2+X_1 \cdot X_2+0,25 \cdot X_3$. 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 $Y=X_1+0,5 \cdot X_2+0,5 \cdot X_1 \cdot X_3+0,5 \cdot X_3$. 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 $Y=0,15 \cdot X_1+0,25 \cdot X_2$. 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 $[-1; 1]$.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач		
ОПК-3.1	Использует методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач, моделировании и проектировании энергосистем	1. Метод тепловых балансов. Эксергетический анализ систем. Метод предельного энергоосбережения. 2. Перечислите основные этапы эксперимента. 3. Дайте понятие фактора и отклика. 4. В каком случае эксперимент является воспроизводимым? 5. Чем характеризуется активный эксперимент? Каковы его достоинства и недостатки? 6. Перечислите основные задачи планирования активного эксперимента. 7. Чем характеризуется пассивный эксперимент? 8. В чем заключается метод сэмпинга? 9. На чем основан корреляционный анализ данных? 10. На чем основан дисперсионный анализ данных? 11. Какие существуют классификаторы при выборе типа модели? 12. Какие должны выполняться требования, чтобы модель была адекватной? 13. Что такое коэффициент детерминации? Как его можно использовать для оценки достоверности модели? 14. Что такое случайная величина? Какими способами она может быть описана? 15. Что показывает функция плотности распределения? Каковы ее свойства. 16. Что показывает интегральный закон распределения? Каковы свойства интегральной функции распределения вероятности?

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																														
		17. Перечислите основные виды законов распределения случайной величины. 18. Какие действия необходимо выполнить для определения параметров закона распределения случайной величины? 19. Каким образом определяется число интервалов разбиения? 20. Методика построения диаграммы накопленных частот. 21. Методика построения гистограммы выборки. 22. Как с помощью интегральной функции распределения вероятности определить вероятность попадания случайной величины в заданный диапазон? 23. Как с помощью дифференциальной функции распределения вероятности определить вероятность попадания случайной величины в заданный диапазон? 24. На базе каких случайных величин может быть смоделирована случайная величина, распределенная по нормальному закону распределения? 25. Сформулируйте алгоритм генерации случайной величины, распределенной по нормальному закону с заданными параметрами μ и σ. 26. Поясните общую структуру уровня контроллеров SIMATIC 27. В чем заключается технология SCADA? 28. Для чего нужны средства человеко-машинного интерфейса? 29. Какие задачи реализуют SCADA-системы? 30. Какие две основные технологии используют Современные SCADA системы?																														
ОПК-3.2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат при теоретическом и экспериментальном исследовании в решении задач энергосбережения	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? <table><tr><td>$\alpha=0,05$</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></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></tr></table> 2. Отфильтровать исходные данные, сгенерированные в программе, от ошибок измерения, с использованием критерия Стьюдента. 3. С использованием критерия Фишера оценить постоянство дисперсий в экспериментальных выборках и независимо от результата рассчитать	$\alpha=0,05$										Степени свободы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	кр. Стьюдента	12,70615	4,302656	3,182449	2,776451	2,570578	2,446914	2,364623	2,306006	2,262159
$\alpha=0,05$																																
Степени свободы	1	2	3	4	5	6	7	8	9																							
кр. Стьюдента	12,70615	4,302656	3,182449	2,776451	2,570578	2,446914	2,364623	2,306006	2,262159																							

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
		средневзвешенное значение дисперсий в исследуемых выборках одинакового размера. 4. С использованием критерия Стьюдента проверить воспроизводимость среднего в экспериментальных выборках одинакового размера. 5. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки. 6. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения от размера нейронной сети при заданном размере выборки. 7. Нарисуйте и поясните график зависимости ошибок обучения и обобщения от объема обучающей выборки для сетей разного размера. 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 ИНС таким образом, чтобы полученные в итоге зависимости соответствовали теоретическим зависимостям. 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. $Y = X_1^2 + X_2 + X_1 * X_2^2 + 0,1 * X_3$. Здесь $X_1, X_2, X_3 \in [-2;0]$.

б). Показатели и критерии оценивания зачета:

- на оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует от высокого до порогового уровня сформированности компетенций:
- всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

- основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- 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 **«незачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач; обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.