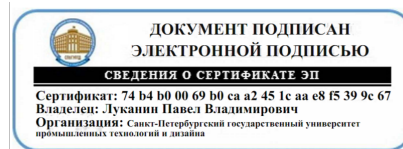


УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

2.1.8.2(Ф) Теплотехнический эксперимент в энергетике

Учебный план: ФА245.21-12_23-14.plx

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Научная специальность: 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Уровень образования: подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
5	УП	21	42	45	3	Зачет
	РПД	21	42	45	3	
Итого	УП	21	42	45	3	
	РПД	21	42	45	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)"

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Казаков В.Г.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой промышленной
теплоэнергетики

Сморозин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: сформировать у обучающихся представления о современных методах научных исследований

1.2 Задачи дисциплины:

приобретение навыков, позволяющих обоснованно выбрать модель процесса; овладение методами решения нелинейных краевых задач для уравнений в частных производных, определяющих выбранную модель процесса; получение практических навыков по определению объема эксперимента на основе теории подобия и статистической обработке результатов эксперимента

1.3 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знания и умения, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена и написании диссертационной работы

Компьютерное моделирование и математический анализ в энергетике

Современные информационные технологии в науке

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Знать: • подходы и средства для постановки теплотехнических экспериментов; • основные понятия математического планирования экспериментов; • математические приёмы анализа и обработки результатов экспериментов; • способы определения погрешностей прямых величин и величин-функций измеряемых в процессе проведения экспериментов.
Уметь: • планировать проведение исследований, определять наиболее благоприятные условия проведения исследований; • пользоваться техническими средствами при проведении экспериментов; • обрабатывать экспериментальные результаты с применением математических приемов анализа и обобщения, оценивать полученные результаты;
Владеть: • терминологией в области методов проведения экспериментальных исследований и методов обработки данных полученных в результате исследований; • информацией о технических параметрах оборудования применяемого в экспериментах; • навыками применения полученной информации при постановке теплотехнических экспериментов;

3 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Основные положения	5				О
Тема 1. Методы планирования эксперимента. Методы теоретического и эмпирического исследования. Наблюдение, измерение, эксперимент. Основы теории построения эмпирических зависимостей по экспериментальным данным		2	2		
Тема 2. Выражения для перехода кодированного значения координат в натуральные величины и обратно. Целевая функция, выбор варьируемых переменных, план эксперимента. Постановка задач исследований. Выбор критериев оптимизации.		2	4	5	
Тема 3. Определение погрешностей. Погрешности измерения. Классификация. Класс точности. Экспериментальная оценка характеристик средств измерения. Оценка влияния технологического процесса на средства измерения		2	4	2	
Тема 4. Планирование эксперимента. Основные составляющие планирования и их характеристики. Характеристика объектов исследования и решаемых задач. Планирование. Проведение. Расчет и анализ результатов. Планирование экстремальных экспериментов. Планирование эксперимента второго порядка.		2	4	10	
Раздел 2. Современные методы планирования эксперимента					
Тема 5. Симплекс метод. Его преимущества и недостатки. Алгоритм Симплекс-метода. Построение плана эксперимента. Поиск оптимального решения	2	6	6	ДЗ	
Тема 6. Метод Плакетта-Бермана. Его преимущества и недостатки. Отсевивание с помощью планов полнофакторного и дробнофакторного эксперимента. Пример для 10 варьируемых переменных. Введение фиктивных факторов. Определение значимых параметров	2	6	6		

Тема 7. Ротатабельный центральный композиционный план. Составление матрицы планирования эксперимента. Расчет оценок коэффициентов уравнения регрессии	2	6	6	
Тема 8. План Бокса – Уилсона. Его преимущества и недостатки. Построение факторного эксперимента. Вычисление оценки градиента. Метод экспериментальной оптимизации. Алгоритм построения и нахождения экстремума по методу Бокса-Уилсона.	2	6	6	
Раздел 3. Технические измерительные средства				
Тема 9. Измерения температуры. Шкалы. Виды средств измерения. Стекланные термометры расширения. Манометрические термометры. Термопреобразователи сопротивления. Термозлектрические преобразователи. Средства измерения температуры по излучению. Методика измерения температуры.	1	1	2	
Тема 10. Измерение давления. Виды средств измерения. Жидкостные приборы для измерения давления. Деформационные приборы для измерения давления. Вакуометры. Методика измерения давления и вакуума. Измерение уровня. Методы измерения уровня. Основные сведения. Гидростатический расходомер. Поплавковые, емкостные и прочие уровнемеры.	2	1	1	0
Тема 11. Измерения расхода. Виды средств измерения. Измерения расхода по перепаду давления в сужающем устройстве. Расходомеры постоянного перепада давления. Электромагнитные расходомеры. Тахометрические расходомеры. Ультразвуковые расходомеры и расходомеры. Кориолисовые расходомеры.	2	2	1	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	21	42	45	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0			
Всего контактная работа и СР по дисциплине	63		45	

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

4.1.1 Показатели оценивания

Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
Демонстрирует знания подходов и средств для постановки теплотехнических экспериментов, способов определения погрешностей прямых величин и величин-функций измеряемых в процессе проведения экспериментов; Демонстрирует владение терминологией в области методов проведения экспериментальных исследований и методов обработки данных полученных в результате исследований, информацией о технических параметрах оборудования применяемого в экспериментах; Способен обрабатывать экспериментальные результаты с	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

<p>применением математических приемов анализа и обобщения, проверять полученные результаты; Демонстрирует знания техники измерений, видов, методов и средств измерений; Способен планировать проведение исследований, определять наиболее выгодные условия проведения исследований, пользоваться техническими средствами при проведении экспериментов; Демонстрирует владение способами анализа и обобщения данных получаемых в ходе экспериментов.</p>	
--	--

4.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета. Умение применять теоретические знания для решения практических задач	Все элементы задания полностью соответствует предъявляемым требованиям. Оригинальный подход к решению поставленной задачи.
Не зачтено	Ответ неполный. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления

4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

4.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Актуальность подходов и средства для постановки теплотехнических экспериментов. Определение технологии теплоты.
2	Цель постановки эксперимента. Теория познания. Метод научного исследования. Ступени процесса познания.
3	Уровни научного исследования. Три группы общенаучных методов исследования.
4	Методы эмпирического исследования.
5	Преимущества и недостатки экспериментального изучения объекта.
6	Виды экспериментов. Способ обработки результатов экспериментальных данных.
7	Три этапа научного исследования.
8	Основные понятия теории погрешностей.
9	Систематические величины ошибок наблюдений.
10	Введение поправки в систематические ошибки.
11	Предельная систематическая погрешность.
12	Основные условия проведения эксперимента
13	Формулы перехода от кодированных значений в натуральные и обратно.
14	Метод планирования эксперимента Плакетта – Бермана.
15	Принцип построения плана Плакетта – Бермана. Расчет эффектов отдельных факторов.
16	Метод планирования экспериментальной оптимизации (последовательный симплекс метод –ПСМ).
17	Критерии определения достижения оптимума.
18	Построение симплекс-плана
19	Недостатки и преимущества ПСМ.
20	Ротатабельный композиционный план (РКП).
21	Из каких частей состоит матрица плана эксперимента РКП.
22	Методика построения плана РКП.
23	Методика проведения опытов и обработка результатов.
24	Измерение температуры.
25	Измерение давления.
26	Измерение уровня жидкостей.
27	Измерение расхода и количества вещества.

28	Химические анализаторы
----	------------------------

4.2.2 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определить влияние общего температурного напора и числа ступней выпаривания концентрирующей сульфатной выпарной установки на себестоимость выпаривания. Получить математическую модель в виде регрессионного уравнения и выполнить аналитическую оптимизацию параметров с целью получения минимальной себестоимости выпаривания.

2. Пусть имеется 10 варьируемых параметров. План эксперимента Плакетта-Бермана для 16 опытов. 5 факторов принимаются как фиктивные с целью установления дисперсии ошибок при определении коэффициентов a . Фиктивными переменными принимаются $x_9, x_{11}-x_{12}$.

Выполнить обработку эксперимента и определить значимые факторы.

4.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

4.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

4.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная + Письменная + Компьютерное тестирование Иная

4.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку 30 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение задачи. К ответу прилагается письменный конспект.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
В. Г. Казаков, Е.Н. Громова	Планирование экспериментальных исследований и статистическая обработка данных. Основы научных исследований в промышленной теплоэнергетике: учебное пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1592432982.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
В.Г. Казаков, П.В. Луканин, О.С. Смирнова	Эксергетические методы оценки эффективности теплотехнологических установок [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/2.pdf
В.Г. Казаков, П.В. Луканин, О.С. Смирнова	Термодинамические методы анализа в энергоиспользующих процессах [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2011	http://www.nizrp.narod.ru/termodynammetody.htm

5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационно-поисковая система портала ФИПС [Электронный ресурс]. URL: <https://fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/>

Научная электронная библиотека Elibrary.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

База ГОСТов [Электронный ресурс]. URL: <https://allgosts.ru/>

5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

PTC Mathcad 15

5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду