

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.10** Теория и практика инженерного исследования

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++m130401.24-1\_22-12.plx

Кафедра:  Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Тепломассообменные процессы и установки  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
3	УП	17	34	21	36	3	Экзамен
	РПД	17	34	21	36	3	
Итого	УП	17	34	21	36	3	
	РПД	17	34	21	36	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Казаков В.Г.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой промышленной  
теплоэнергетики

Сморозин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** сформировать у магистрантов современные представления о методах инженерных исследований, планировании инженерного эксперимента

**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 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Планирование экспериментальных исследований и статистическая обработка данных

Теория принятия решений

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ОПК-1: Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки</b>
<b>Знать:</b> основные приемы организации инженерного эксперимента; статистические методы обработки результатов эксперимента.
<b>Уметь:</b> формулировать задачу экспериментального исследования технического объекта; проводить научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы.
<b>Владеть:</b> способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы
<b>ОПК-2: Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</b>
<b>Знать:</b> основные приемы организации инженерного эксперимента; статистические методы обработки результатов эксперимента.
<b>Уметь:</b> проводить научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы.
<b>Владеть:</b> способностью представлять результаты научных исследований

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Основы теории инженерных исследований	3					О,С,ДЗ
Тема 1. Методы теоретического и эмпирического исследования. Наблюдение, измерение, эксперимент. Основы теории построения эмпирических зависимостей по экспериментальным данным		3	2		ИЛ	
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	2		АС	
Тема 3. Определение погрешностей. Погрешности измерения. Классификация. Класс точности. Экспериментальная оценка характеристик средств измерения. Оценка влияния технологического процесса на средства измерения		2	2		ИЛ	
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	5	АС	
Раздел 2. Основные методы планирования эксперимента						
Тема 5. Симплекс метод. Его преимущества и недостатки. Алгоритм Симплекс-метода. Построение плана эксперимента. Поиск оптимального решения	2	6	4	АС		

Тема 6. Метод Плакетта-Бермана. Его преимущества и недостатки. Отсевание с помощью планов полнофакторного и дробнофакторного эксперимента. Пример для 10 варьируемых переменных. Введение фиктивных факторов. Определение значимых параметров	2	6	4	AC
Тема 7. Ротатабельный центральный композиционный план. Составление матрицы планирования эксперимента. Расчет оценок коэффициентов уравнения регрессии	2	6	4	AC
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	4	AC
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	21	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		33,5	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	53,5		54,5	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-1	Обладает знаниями о подходах и средствах для постановки теплотехнических экспериментов); способах определения погрешностей прямых величин и величин-функций измеряемых в процессе проведения экспериментов; математических приемах анализа и обработки результатов эксперимент); основных понятиях видов математического планирования экспериментов. Способен определять погрешности экспериментальных результатов прямых величин и величин-функций; обрабатывать экспериментальные результаты с применением математических приемов анализа и обобщения, проверять полученные результаты. 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; навыками применения полученной информации при постановке теплотехнических экспериментов.	Вопросы устного собеседования Тестовые задания
ОПК-2	Демонстрирует знания техники измерений, видов, методов и средств измерений. Способен планировать проведение исследований, определять наиболее выгодные условия проведения исследований; пользоваться техническими средствами при проведении	Вопросы устного собеседования Тестовые задания

	экспериментов. Демонстрирует владение способами анализа и обобщения данных получаемых в ходе экспериментов; навыками дискуссии по профессиональной тематике;	
--	--	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета. Умение применять теоретические знания для решения практических задач	Правильные ответы на 90% вопросов
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	Правильные ответы на 80% вопросов
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов	Правильные ответы на 60% вопросов
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	Правильные ответы на менее 60% вопросов

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

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Планирование экстремальных экспериментов.
2	Планирование эксперимента второго порядка.
3	Расчет оценок коэффициентов уравнения регрессии
4	Отсевивание с помощью планов полнофакторного и дробнофакторного эксперимента
5	Составление матрицы планирования эксперимента.
6	Построение факторного эксперимента. Вычисление оценки градиента
7	Оценка влияния технологического процесса на средства измерения
8	Актуальность подходов и средства для постановки теплотехнических экспериментов.
9	Цель постановки эксперимента. Теория познания. Метод научного исследования.
10	Преимущества и недостатки экспериментального изучения объекта.
11	Методы эмпирического исследования.
12	Виды экспериментов. Способ обработки результатов экспериментальных данных.
13	Три этапа научного исследования.
14	Основные понятия теории погрешностей.
15	Систематические величины ошибок наблюдений.
16	Введение поправки в систематические ошибки.
17	Предельная систематическая погрешность.
18	Основные условия проведения эксперимента
19	Формулы перехода от кодированных значений в натуральные и обратно.
20	Принцип построения плана Плакетта – Бермана. Расчет эффектов отдельных факторов.

21	Метод планирования экспериментальной оптимизации (последовательный симплекс метод – ПСМ).
22	Ротатабельный композиционный план (РКП).
23	Методика проведения опытов и обработка результатов.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

- Какие этапы научного планирования выделяются при проведении исследований?
  - Планирование, проведение эксперимента, формулирование выводов
  - Планирование, закладка эксперимента, накопление первичных данных, математический анализ с последующим формулированием выводов и предложений производству\*
  - Проведение исследований, математическая обработка полученных данных
- Научное наблюдение – это:
  - система опытов и экспериментов, направленная на изучение явлений и предметов
  - целенаправленное восприятие явлений и предметов окружающего мира, осуществляемое с целью их познания\*
  - моделирование явлений и предметов с целью их изучения

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Не предусмотрено

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

### 5.3.1 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»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  +  Письменная  +  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку устного ответа и выполнение тестового задания отводится 45 минут

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
В. Г. Казаков, П.В. Луканин, 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. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2021	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1637418020.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1637418020.pdf</a>
Любимцева, О. Л.	Блочное планирование эксперимента и анализ данных	Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2018	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/80885.html">http://www.iprbooks.hop.ru/80885.html</a>
Сагдеев, Д. И.	Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2016	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/79455.html">http://www.iprbooks.hop.ru/79455.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
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	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/2.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/2.pdf</a>

Попов, А. А.	Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2013	<a href="http://www.iprbooks-hop.ru/45413.html">http://www.iprbooks-hop.ru/45413.html</a>
--------------	---	---	------	---

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

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/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013  
 PTC Mathcad 15

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная 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