

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции и энергетические системы: оборудование, режимы и качество управления, Эксплуатация и управление режимами электроэнергетических систем, Энерго-, ресурсосбережение и экологическая безопасность промышленных предприятий, Автоматизированные системы управления объектами

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Обязательная
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.О.04
Трудоемкость в зачетных единицах	2 семестр - 3 3 семестр - 3 Всего 6
Часов (всего) по учебному плану	216
Лекции	2 семестр – 10 часов 3 семестр – 10 часов всего – 20 часов
Практические занятия	2 семестр – 10 часов 3 семестр – 10 часов всего – 20 часов
Лабораторные работы	учебным планом не предусмотрено
Самостоятельная работа	2 семестр – 52 часа 3 семестр – 52 часа всего – 104 часа
Промежуточная аттестация: экзамен	2 семестр – 2,5 часа 3 семестр – 2,5 часа всего – 5 часов
Контроль: экзамен	2 семестр – 33,5 часов 3 семестр – 33,5 часов всего – 67 часов

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Профессор кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

М.В. Одоевцева

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

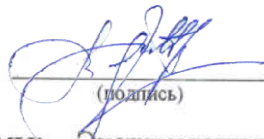
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы: Тепловые электрические станции и энергетические системы: оборудование, режимы и качество управления

Зав. НИЛ ЦТ,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы: Эксплуатация и управление режимами электроэнергетических систем

Заведующий кафедрой Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы: Энерго-, ресурсосбережение и экологическая безопасность промышленных предприятий

Профессор кафедры Энергетики,

д.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

М.С. Иваницкий

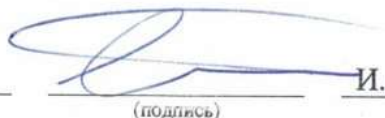
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Автоматизированные системы управления объектами теплоэнергетики

Доцент кафедры Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

И.А. Болдырев

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является изучение методов оптимального планирования эксперимента, анализа результатов эксперимента.

**Задачами дисциплины** являются:

- сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования.
- разработка методики и организация проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов
- подготовка научно-технических отчётов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований.
- разработка физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2. Осуществляет критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода.	<b>знать:</b> основные термины теории эксперимента <b>уметь:</b> осуществлять анализ экспериментальных данных.
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Учитывает все факторы, определяющие риски жизненного цикла оборудования.	<b>знать :</b> основы проведения дисперсионного анализа <b>уметь:</b> применять дисперсионный анализ
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.2. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет роль каждого участника в команде	<b>знать:</b> методы планирования эксперимента <b>уметь:</b> проводить исследования с использованием активного эксперимента
ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Применяет современные методы исследования и обработки информации	<b>знать:</b> методы обработки экспериментальных данных <b>уметь:</b> интерпретировать и представлять результаты экспериментальных исследований в виде отчетов

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина базируется на уровне бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации ( <i>по семестрам</i> )	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная						СРС	Контроль	
				Лек.	Пр	Лаб.	КПР	ИКС П	ПА			
1	Случайные величины. Свойства математического ожидания и дисперсии.	38	2	4	4					30		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] стр.95-114, стр. 260-283
2	Дисперсионный анализ результатов эксперимента	34	2	6	6					22		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] стр.95-114, [4] стр.128-133]
	Экзамен	36	2						2,5		33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>		<b>10</b>	<b>10</b>				<b>2,5</b>	<b>52</b>	<b>33,5</b>	
3	Методы планирования эксперимента и построение экспериментальных планов	28	3	5	5					18		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] стр. 246-259, [2] стр. 31-50.
4	Проверка адекватности уравнения регрессии и значимости его коэффициентов	21	3	2	2					17		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [5] стр. 46-52
5	Методы оптимизации	23	3	3	3					17		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] стр. 138-157, [2] стр. 13-17
	Экзамен	36	3						2,5		33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>		<b>10</b>	<b>10</b>				<b>2,5</b>	<b>52</b>	<b>33,5</b>	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИКСП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2. Краткое содержание разделов

#### 2 семестр

##### 1. Случайные величины. Свойства математического ожидания и дисперсии.

Равномерное и нормальное распределение. Генеральная совокупность и случайная выборка. Ошибка прямых и косвенных измерений. Определение дисперсии по текущим измерениям. Проверка статистических гипотез. Сравнение дисперсий.

##### 2. Дисперсионный анализ результатов эксперимента

Дисперсионный анализ результатов эксперимента. Дисперсия и среднее квадратичное отклонение.

#### 3 семестр

##### 3. Методы планирования эксперимента и построение экспериментальных планов

Схемы планирования и расчет коэффициентов уравнения регрессии. Основная схема ортогонального плана для двух переменных. Планирование многофакторного эксперимента. Основная схема ортогонального плана для трех переменных, четырех переменных.

##### 4. Проверка адекватности уравнения регрессии и значимости его коэффициентов

Определение адекватности уравнения и значимости коэффициентов уравнения регрессии. Статистический анализ расчетных уравнений

##### 5. Методы оптимизации

Описание области близкой к экстремуму. Исследование поверхности отклика. Определение оптимальной области значений варьируемых факторов конкретного технологического процесса. Исследование поверхности отклика.

### 3.3. Темы практических занятий

#### 2 семестр

1. Анализ случайных величин (4 часа).
2. Дисперсионный анализ результатов эксперимента (6 часа).

#### 3 семестр

3. Планирование многофакторного эксперимента (5 часа).
4. Статистический анализ расчетных уравнений (2 часа).
5. Определение оптимальной области значений варьируемых факторов конкретного технологического процесса (3 часа).

### 3.4. Темы лабораторных работ:

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

### 3.5. РГР

РГР учебным планом не предусмотрены

### 3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		2 семестр		3семестр			
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
основные термины теории эксперимента	УК-1.2	X					Тест Планирования эксперимента
основы проведения дисперсионного анализа	УК-2.1		X				Тест Обратная система охлаждения
методы планирования эксперимента	УК-3.2			X	X		Тест Оценка математического ожидания и дисперсии
методы обработки экспериментальных данных	ОПК-2.1					X	Тест Определение адекватности уравнения и значимости коэффицентов уравнения регрессии.
<b>Уметь:</b>							
осуществлять анализ экспериментальных данных	УК-1.2	X					Письменная контрольная работа №1
применять дисперсионный анализ	УК-2.1		X	X			Письменная контрольная работа №2
проводить исследования с использованием активного эксперимента	УК-3.1				X		Письменная контрольная работа №1
интерпретировать и представлять результаты экспериментальных исследований в виде отчетов	ОПК-2.1					X	Письменная контрольная работа № 2

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

###### **2 семестр**

– контрольные работы:

1. Письменная контрольная работа № 1.
2. Письменная контрольная работа № 2.

– тестирование:

1. Тест 1 Планирования эксперимента
2. Тест 2 Обратная система охлаждения

###### **3 семестр**

-контрольные работы:

1. Письменная контрольная работа № 1.
2. Письменная контрольная работа № 2.

– тестирование:

1. Тест 1. Оценка математического ожидания и дисперсии
2. Тест 2. Определение адекватности уравнения и значимости коэффициентов уравнения регрессии.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

###### **2 семестр**

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

###### **3 семестр**

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому выносится оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1. Печатные и электронные издания:**

1. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. А. Семенов. – Электрон. текстовые дан. – 2-е изд., доп. – СПб. : Лань, 2013. – 384 с. – Режим доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5107](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5107)

2. Моисеев, Н.Г. Теория планирования и обработки эксперимента: учебное пособие / Н.Г. Моисеев, Ю.В. Захаров; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 124 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494313>

3. Вентцель, Е. С., Овчаров, Л. А. Теория вероятностей: Учебное пособие для вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М. : Наука, 1973. – 368 с.



4. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайностей функций: Учеб. пособие для вузов / под ред. А. А. Свешникова. – М.: Наука, 1970. – 656 с.

5. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей: Учеб. пособие / Е. С. Вентцель. – 6-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 1999. – 576 с.

## **5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

Microsoft Office Word, Excel и PowerPoint.

## **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

# БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

(название дисциплины)

## 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Письменная контрольная работа № 1.
- КМ-2 Письменная контрольная работа № 2.
- КМ-3 Тест 1. Планирование эксперимента
- КМ-4 Тест 2. Обратная система охлаждения

**Вид промежуточной аттестации – экзамен.**

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	Экзамен
1	Планирования эксперимента		+		+		+
2	Оборотная система охлаждения			+		+	+
	Минимальный балл за КМ		12	12	8	8	20
	Максимальный балл за КМ		16	16	14	14	40

## 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Письменная контрольная работа № 1
- КМ-2 Письменная контрольная работа № 2.
- КМ-3 Тест 1. Оценка математического ожидания и дисперсии
- КМ-4 Тест 2. Определение адекватности уравнения и значимости коэффициентов уравнения регрессии.

**Вид промежуточной аттестации – экзамен.**

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	Экзамен
1	Оценка математического ожидания и дисперсии		+		+		+
2	Определение адекватности уравнения и значимости коэффициентов уравнения регрессии.			+		+	+
	Минимальный балл за КМ		12	12	8	8	20
	Максимальный балл за КМ		16	16	14	14	40