

**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:

Доцент кафедры Энергетики,  
к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

М.В. Одоевцева

(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой Энергетики,  
д.т.н., доцент

(название кафедры)

(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

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

Доцент кафедры Энергетики,  
к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы: Эксплуатация и управление режимами электроэнергетических систем

Доцент кафедры 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

И.о. заведующего кафедрой  
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:

И.о. заведующего кафедрой  
Энергетики, д.т.н., доцент

(название кафедры)

(подпись)

М.С. Иваницкий

(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 (по семестрам)	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
	Итого:	108		10	10				2,5	52	33,5	
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
	Итого:	108		10	10				2,5	52	33,5	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – 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		3 семестр			
		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 коэффициентов 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	Обратная 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

**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 квалификации: магистр**

**Форма обучения: очная**

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б1.О.04 ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>Знать:</b>		
<b>1 семестр</b>		
основные термины теории эксперимента	УК-1.2	Тест1 Планирование эксперимента
основы проведения дисперсионного анализа	УК-2.1	Тест 2 Дисперсионной анализ для оценки влияния внешних факторов на свойства энергетических масел
<b>2 семестр</b>		
методы планирования эксперимента	УК-3.2	Тест 3 Модели и методы оптимизации инженерных исследований
методы обработки экспериментальных данных	ОПК-2.1	Тест 4 Определение адекватности уравнения и значимости коэффициентов уравнения регрессии.
<b>Уметь:</b>		
<b>1 семестр</b>		
осуществлять анализ экспериментальных данных	УК-1.2	Письменная контрольная работа №1 «Определение технологические параметры методов стабилизации трансформаторных масел»
применять дисперсионный анализ	УК-2.1	Защита расчетного задания «Оценка энергоэффективности методов очистки (стабилизации) трансформаторного масла с использованием дисперсионного анализа»
<b>2 семестр</b>		
проводить исследования с использованием активного эксперимента	УК-3.2	Письменная контрольная работа №2 «Статистический анализ расчетных уравнений»
интерпретировать и представлять результаты экспериментальных исследований в виде отчетов	ОПК-2.1	Письменная контрольная работа № 3 «Метод дробных реплик»

### Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

#### 1 семестр

#### Тест 1. «Планирование эксперимента»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

- Эксперимент
  1. Система операций при проведении испытаний
  2. Система операций, направленных на получение информации об объекте при проведении испытаний
  3. Проведение испытаний
  4. Система операций, направленных на получение информации об объекте .
- План эксперимента
  1. Порядок реализации опытов
  2. Совокупность данных, определяющих число опытов
  3. Совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов
  4. Совокупность данных, определяющих условия проведения опытов
- Планирование эксперимента
- Выбор плана эксперимента
- Выбор плана эксперимента, удовлетворяющего заданным требованиям План эксперимента
- План эксперимента, удовлетворяющий заданным требованиям
  - Фактор
    - Переменная величина
    - Величина, влияющая на результаты эксперимента
    - Переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента
    - Нет правильного ответа
  - Уровень фактора
    1. значение фактора в физических единицах
    2. значение фактора
    3. физические единицы фактора
    4. переменная величина
  - Интервал варьирования факторов
    1. Контролируемая величина изменения фактора
    2. Фиксированное значение фактора
    3. Величина изменения фактора
    4. Натуральное значение фактора

**По результатам тестирования выставляется:**

- 20 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.

- 14 балл, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

## **Тест 2. «Дисперсионный анализ для оценки влияния внешних факторов на свойства энергетических масел»**

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1) Трансформаторное масло Т-700 и Т-1500У :

1. применяются в электрооборудовании до 500кВ
2. применяются в электрооборудовании до 100кВ
3. применяются в электрооборудовании свыше 1000кВ
4. применяются в электрооборудовании до 250кВ

2) Оценка влияния веществ, накапливающиеся в масле в процессе эксплуатации:

1. нефтяные кислоты, смолистые соединения

2. вода, механические примеси
  3. органические и не органические примеси
  4. шлам и органические примеси
- 3) Метод ранней диагностики трансформатора:
1. ультразвуковой метод
  2. дефектоскопия
  3. газовая хроматография
  4. рентгеноскопия
- 4) Присадки для трансформаторных масел:
- антиокислительные
  - противокоррозионные
  - моющие
  - диспергирующие
  - все правильные
- 5) Дисперсионный анализ применяют?
- для оценки влияния внешних факторов
  - для выявления примесей в маслах
  - для статистической обработки данных
  - все правильные
- 6) Кислотным числом масел:
- называется количество мг КОН, необходимое для нейтрализации 1 г анализируемого вещества те масла
  - называется количество мг КСl, необходимое для нейтрализации 1 г анализируемого вещества те масла
  - называется количество мг NaOH, необходимое для нейтрализации 1 г анализируемого вещества те масла
  - называется количество мг HCL, необходимое для нейтрализации 1 г анализируемого вещества те масла

**По результатам тестирования выставляется:**

- 20 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 14 балл, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

**2 курс**

**Тест 3 « Модели и методы оптимизации инженерных исследований»**

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

**1.Функция отклика**

1. Зависимость математического ожидания отклика от факторов
2. Зависимость отклика от количественных факторов и ошибок наблюдения отклика
3. Геометрическое представление функции отклика
4. Это опыты, в которых уровни всех факторов, сохраняются неизменными

**2.Оценка функция отклика**

1. Эксперимент, в котором уровни факторов задаются исследователем
2. Пространство, где могут размещаться точки опыта
3. Зависимость, получаемая при подстановке в функцию отклика оценок значений ее параметров
4. Точки, отвечающие условиям проведения опытов

**3.Поверхность отклика**

8. Геометрическое представление функции отклика
9. Порядок реализации опытов
10. Совокупность данных, определяющих число опытов
11. Совокупность данных, определяющих условия проведения опытов

#### 4. Параллельные опыты

- Это опыты, в которых уровни всех факторов, сохраняются неизменными
- Контролируемая величина изменения фактора
- Значения факторов
- Разность между максимальным и минимальным значением

#### 5. Модель регрессионного анализа

1. Количество факторов и ошибок наблюдения отклика
2. Зависимость отклика от количественных факторов и ошибок наблюдения отклика
3. Зависимость от количественных факторов и ошибок наблюдения отклика
4. Ошибки наблюдения отклика

#### 6. Адекватность математической модели

8. Математическая модель по экспериментальным данным
9. Математическая модель с минимальным количеством данных
10. Соответствие математической модели экспериментальным данным
11. Разность между максимальным и минимальным значением

#### **По результатам тестирования выставляется:**

- 14 балла, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 8 балл, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

#### **Тест 4 «Определение адекватности уравнения и значимости коэффициентов уравнения регрессии»**

1 определите значение критерия Фишера при 6 параллельных опытах

1. 19,2
2. 9,3
3. 6,6
4. 5,4

2 Критерий Стьюдента, это

- это статистический метод, который позволяет сравнивать средние значения двух выборок и на основе результатов теста делать заключение о том, различаются ли они друг от друга статистически или нет.
- это статистический метод, который позволяет сравнивать средние значения трех выборок и на основе результатов теста делать заключение о том, различаются ли они друг от друга статистически или нет.
- это статистический метод, который позволяет сравнивать средние значения четырех выборок и на основе результатов теста делать заключение о том, различаются ли они друг от друга статистически или нет.
- это статистический метод, который позволяет сравнивать средние значения множества выборок и на основе результатов теста делать заключение о том, различаются ли они друг от друга статистически или нет.

3. Как определить значимость коэффициента уравнения регрессии?

1. по значению критерия Фишера
2. по значению критерия Стьюдента

3. по величине математического ожидания
4. по величине коэффициента уравнения регрессии

4. Критерий оптимальности – это признак, на основании которого ...

- принимается управленческое решение
- проводится оценка качества системы управления и ее элементов
- устанавливается предпочтение одного варианта решения перед другим
- по величине коэффициента уравнения регрессии

5. Определить значение критерий Стьюдента при 6 параллельных опытах

1. 12,71
2. 2,57
3. 4,3
4. 3,18

6. Метод наискорейшего спуска или подъема применяется для

1. проведения оптимизации
2. определения максимального значения фактора
3. определения минимального значения фактора
4. нет правильного ответа

**По результатам тестирования выставляется:**

- 14 балла, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 8 балл, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

**1 курс**

**Исходные данные для выполнения контрольных работ и расчетного задания**

№ варианта	Затраты на приобретение трансформаторного масла Цм, руб./т	Объем трансформаторного масла, подлежащего очистке(стабилизации), Vт.м, т	Затраты на покупку современной установки очистки масел, руб
1	34000	40	200000
2	42000	35	3000000
3	47000	30	4000000
4	54000	38	5000000
5	37000	40	2000000
6	40000	32	3000000
7	49000	30	4000000
8	59000	38	5000000
9	34000	50	2000000
10	42000	45	3000000
11	47000	20	4000000
12	54000	28	5000000
13	81000	20	5000000
14	81000	28	500000
15	64 000	50	5600000
16	34000	40	5600000
17	42000	35	5600000



18	47000	30	5600000
19	54000	38	5600000
20	37000	40	5600000
21	40000	32	5600000
22	49000	30	5600000
23	59000	38	5600000
24	34000	50	5600000
25	42000	45	5600000
26	47000	20	5600000

### **Письменная контрольная работа № 1 «Определение технологических параметров методов стабилизации трансформаторных масел»**

Цель работы: Определить технологические параметры методов стабилизации трансформаторных масел.

Ход работы:

Оценить следующие параметры : достигаемый класс чистоты масел; потери масла при очистке , время работы установки, стоимость потребленной энергии на очистку всего масла, затраты на очистку масла с использованием с использованием центрифуги и установки ФОДЖ

**По результатам выполнения контрольной работы выставляется:**

- 30 баллов, если во всех заданиях ход решения верный, получены правильные ответы;
- 16 баллов, если решение начато, но нет продвижения для достижения результата, либо в этих заданиях допущены грубые ошибки.

### **Расчетная работа «Оценка энерго-ресурсоэффективности методов очистки (стабилизации) трансформаторного масла с использованием дисперсионного анализа»**

Цель работы: Исследование значимости влияния факторов: времени эксплуатации масел и технологий стабилизации масел с использованием дисперсионного анализа.

Ход работы.

- Определим суммы наблюдений в каждой ячейке
- Возведём полученные суммы в квадрат
- Подсчитаем итоги по столбцам
- Подсчитаем итоги по строкам.
- Определим общий итог – сумму всех наблюдений
- Определим сумму квадратов всех наблюдений
- Определим сумму квадратов итогов по столбцам, делённую на число наблюдений в столбце
- Определим сумму квадратов итогов по строкам, делённую на число наблюдений в столбце
- Определим квадрат общего итога, делённый на число всех наблюдений
- Определим суммы квадратов отклонений для факторов А и В
- Определим сумму квадратов для дисперсии воспроизводимости
- Определим общую сумму квадратов
- Определим сумму квадратов отклонений для эффекта взаимодействия

- Определим соответствующие дисперсии
- Рассчитаем дисперсионное отношение для эффектов А и В, сравним с табличным значением критерия Фишера и сделаем соответствующие выводы.

**По результатам выполнения расчетной работы выставляется:**

- 30 баллов, если во всех заданиях ход решения верный, получены правильные ответы;
- 16 баллов, если решение начато, но нет продвижения для достижения результата, либо в этих заданиях допущены грубые ошибки

## **2 курс**

### **Контрольная работа №2 «Статистический анализ расчетных уравнений»**

Цель работы: Проверить адекватность уравнений регрессии и значимость его коэффициентов.

Ход работы:

6. Проверка адекватности уравнений регрессии осуществляется с использованием критерия F (Фишера), который представляет собой отношение остаточной дисперсии к дисперсии опыта
7. Вычисляют дисперсию, характеризующую ошибку определения коэффициентов уравнения регрессии
8. Проверяют значимость коэффициентов уравнения регрессии.
9. После проверки адекватности уравнения регрессии и значимости его коэффициентов строят поверхность отклика от факторов, влияющих на исследуемый эффект
10. Сделать соответствующий вывод о необходимости увеличении продуктивности с повышением/понижением жесткости и коэффициента упаривания исходной воды.

**По результатам контрольной работы выставляется:**

- 16 баллов, если во всех заданиях ход решения верный, получены правильные ответы;
- 12 балла, если решение начато, но нет продвижения для достижения результата, либо в этих заданиях допущены грубые ошибки.

### **Контрольная работа №2 «Метод дробных реплик»**

Цель работы: Построение математической модели изучаемого объекта с использованием планирования эксперимента.

Ход работы:

- Составляют схему планирования эксперимента для трех факторов
- Производится расчет коэффициентов регрессии, проверка значимости коэффициентов и адекватности математического описания в случае дробного анализа
- Проверка адекватности уравнений регрессии осуществляется с использованием критерия F (Фишера), который представляет собой отношение остаточной дисперсии к дисперсии опыта
- Расчетное значение F сравнивают с табличным значением критерия Фишера
- Делается соответствующий вывод о адекватности уравнения регрессии и о применимости данного вида анализа к эксперименту
- Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии.

- Значимость коэффициентов уравнения регрессии оценивается на основе вычисления доверительного интервала, в пределах которого должна находиться истинная величина коэффициента
- Проанализировав данные, делается вывод о влиянии коэффициента упаривания и жесткости воды на величину продувки.

#### **По результатам первой и второй контрольных работ выставляется:**

- 16 баллов, если во всех заданиях ход решения верный, получены правильные ответы;
- 12 балла, если решение начато, но нет продвижения для достижения результата, либо в этих заданиях допущены грубые ошибки.

### **Промежуточная аттестация**

#### **1 курс**

##### **Зачет с оценкой**

Оценка на зачете определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала МЭИ в г. Волжском.

Оценка «отлично» - от 90 до 100 баллов.

Студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученного модуля, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. В процессе обучения студент проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученного модуля (дисциплины), в полном объеме выполнил все виды предусмотренного программой контроля, безупречно ответил не только на все тесты, но и выполнил контрольные работы в рамках основной программы модуля, правильно выполнил расчетное задание.

Оценка «хорошо» - от 76 до 89 баллов.

Студент обнаружил полное знание материалов изученного модуля, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, предусмотренную программой. Студент показал систематический характер знаний по модулю, выполнил более половины видов предусмотренного программой контроля, ответил на все тесты, правильно выполнил контрольные работы, но допустил при этом не принципиальные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» - от 60 до 75 баллов.

Студент обнаружил знание материала изученного модуля в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Студент выполнил не менее половины видов предусмотренного программой контроля, допустил погрешность в ответе на теоретические тесты, контрольные работы, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» - менее 60 баллов.

Студент обнаружил серьезные пробелы в знаниях основного материала изученного модуля, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Студент выполнил менее половины видов предусмотренного программой контроля, не ответил на все тесты, и неправильно выполнил контрольные работы.

#### **2 курс**

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Как определить влияние факторов на выходной параметр(свойство) системы с использованием дисперсионного анализа
2. Методы планирования эксперимента и построение экспериментальных планов.
3. Полный факторный эксперимент.
4. Дробный факторный эксперимент

Примеры практических заданий:

1. Что и как определяют с использованием критерия Фишера.
2. Как определить табличные значения Фишера.
3. Как определить значимость влияния фактора на свойства системы.

По результатам ответа на экзамене выставляется:

**Критерии выставления оценки на экзамене:**

Оценка «отлично» - от 90 до 100 баллов.

Студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученного модуля, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. В процессе обучения студент проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученного модуля (дисциплины), в полном объеме выполнил все виды предусмотренного программой контроля, безупречно ответил не только на все основные вопросы билета, но и на дополнительные вопросы зачета/ экзамена в рамках основной программы модуля, правильно выполнил практическое задание.

Оценка «хорошо» - от 76 до 89 баллов.

Студент обнаружил полное знание материалов изученного модуля, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, предусмотренную программой. Студент показал систематический характер знаний по модулю, выполнил более половины видов предусмотренного программой контроля, ответил на все вопросы билета экзамена, правильно выполнил практическое задание, но допустил при этом не принципиальные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» - от 60 до 75 баллов.

Студент обнаружил знание материала изученного модуля в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Студент выполнил не менее половины видов предусмотренного программой контроля, допустил погрешность в ответе на теоретические вопросы и/ или при выполнении практических заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнил практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнил другие практические задания из того же раздела модуля.

Оценка «неудовлетворительно» - менее 60 баллов.

Студент обнаружил серьезные пробелы в знаниях основного материала изученного модуля, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Студент выполнил менее половины видов предусмотренного программой контроля, не ответил на все вопросы билета экзамена и дополнительные вопросы, и неправильно выполнил практическое задание.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка - Количество баллов

оценка 5 («отлично») - 90 – 100 баллов

оценка 4 («хорошо») - 76 – 89 баллов

оценка 3 («удовлетворительно») - 60 – 75 баллов

оценка 2 («неудовлетворительно») - 0 – 59 баллов