

**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: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими процессами

Уровень образования: бакалавр

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И РЕШЕНИЕ**  
**ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ**

<b>Блок</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.О.25</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>6 семестр – 3</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр – 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр – 16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр – 58 часов</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> зачет с оценкой	<b>6 семестр – 0,3 часа</b>
<b>Контроль:</b> зачет с оценкой	<b>6 семестр – 17,7 часа</b>

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Заведующий кафедрой ФД, к.п.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Н.Г. Ходырева

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой ФД

(название кафедры)



(подпись)

Н.Г. Ходырева

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика

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

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

М.М. Султанов

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы управления технологическими процессами

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

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

И.А. Болдырев

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего кафедрой  
Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** состоит в изучении методов оптимального планирования эксперимента, математической обработки экспериментальных данных, анализа и интерпретации результатов эксперимента.

**Задачами дисциплины являются:**

- освоение математических методов и моделей планирования и организации эксперимента;
- освоение статистических методов анализа и интерпретации результатов эксперимента;
- развитие умений использовать результаты эксперимента для коррекции модели объекта, принятия решения о состоянии объекта, прогноза, управления или оптимизации.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.3 Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные термины теории эксперимента</li><li>– методы обработки экспериментальных данных</li><li>– методы планирования эксперимента</li><li>– основы методики решения изобретательских задач</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– обрабатывать и анализировать результаты эксперимента с привлечением соответствующего математического аппарата</li><li>– строить план эксперимента</li></ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика».

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 3 зачетных единицы, 108 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						СР	Контроль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Методы статистической обработки экспериментальных данных	50	6	10	10	–	–	–	–	30	–	Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 87-157, 158-172, 246-260 [2] стр. 253-273, 349-360 [5] стр. 281-288	
2	Методы планирования эксперимента и построение экспериментальных планов	28	6	4	4	–	–	–	–	20	–	Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 173-245 [4] стр. 16-26	
3	Основы теории решения изобретательских задач	12	6	2	2	–	–	–	–	8	–	Изучение теоретического и практического материала: [6] стр. 239-277	
	Зачет с оценкой	18	6	–	–	–	–	–	0,3	–	17,7	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>0,3</b>	<b>58</b>	<b>17,7</b>		

### 3.2. Краткое содержание разделов

#### 6 семестр

##### 1. Методы статистической обработки экспериментальных данных

Статистический анализ результатов эксперимента. Основные законы распределения результатов эксперимента как случайных величин. Точечные и интервальные оценки параметров распределения. Метод максимального правдоподобия. Функция правдоподобия. Метод моментов. Проверка статистических гипотез. Критерии проверки согласия экспериментальных данных с законами распределения. Корреляционный анализ. Выборочный коэффициент корреляции, выборочное корреляционное отношение. Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ. Регрессионный анализ результатов эксперимента. Уравнения регрессии.

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

Планирование экспериментов. Цели планирования экспериментов. Виды планов. Матрица планирования эксперимента. Полный факторный план. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Методы оптимизации плана эксперимента. Спектр плана, матрица спектра плана. Нормализация факторов при ортогональном планировании. Свойства плана эксперимента: ортогональность, симметричность, ротатабельность плана, условие нормировки.

##### 3. Основы теории решения изобретательских задач

История развития и основные термины теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Основные цели и задачи, принципы ТРИЗ. Противоречие и идеальный конечный результат. Законы развития технических систем. Алгоритм решения изобретательских задач

### 3.3. Темы практических занятий

#### 6 семестр

1. Законы распределения случайных величин (1 час).
2. Экспериментальный анализ одномерной случайной величины (1 час).
3. Оценивание параметров статистического распределения (1 час).
4. Статистическая проверка статистических гипотез (1 час).
5. Корреляционный анализ результатов эксперимента (2 часа).
6. Дисперсионный анализ результатов эксперимента (2 часа).
7. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия (1 час).
8. Двухфакторный регрессионный анализ (1 час).
9. Полный факторный эксперимент (2 часа).
10. Методы оптимизации (2 часа).
11. Решение изобретательских задач (2 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

Курсовой проект/курсовая работа 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)	Индекс компетенции	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Формы контроля
		1	2	3	
<b>Знать:</b>					
основные термины теории эксперимента	ОПК-2.3	X			Тест «Основные термины теории эксперимента»
методы обработки экспериментальных данных	ОПК-2.3	X			Тесты «Оценивание параметров статистического распределения. Проверка статистических гипотез», «Корреляционный анализ», «Дисперсионный анализ», «Регрессионный анализ»
методы планирования эксперимента	ОПК-2.3		X		Письменный опрос по теме «Построение плана эксперимента»
основы методики решения изобретательских задач	ОПК-2.3			X	Письменный опрос по теме «Основные понятия теории решения изобретательских задач»
<b>Уметь:</b>					
обрабатывать и анализировать результаты эксперимента с привлечением соответствующего математического аппарата	ОПК-2.3	X			Контрольная работа «Методы статистической обработки экспериментальных данных»
строить план эксперимента	ОПК-2.3		X		Контрольная работа «Регрессионный анализ и ортогональное планирование первого порядка»

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

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

###### **6 семестр**

– тестирование:

1. Тест «Основные термины теории эксперимента»
2. Тест «Оценивание параметров статистического распределения. Проверка статистических гипотез»
3. Тест «Корреляционный анализ.
4. Тест «Дисперсионный анализ»
5. Тест «Регрессионный анализ»

– контрольные работы:

1. Контрольная работа «Методы статистической обработки экспериментальных данных»
2. Контрольная работа «Построение экспериментальных планов»

– письменный опрос:

1. Письменный опрос по теме «Построение плана эксперимента»
2. Письменный опрос по теме «Основные понятия теории решения изобретательских задач»

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

###### **6 семестр**

Зачет с оценкой

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

В приложение к диплому вносится оценка, полученная за 6 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]: учеб. пособие / Б. А. Семенов. – 2-е изд., доп. – Электрон. текстовые дан. – СПб: Лань, 2013.

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

2. **Гмурман, В. Е.** Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / В. Е. Гмурман. – Изд. 9-е, стер. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

3. **Гмурман, В. Е.** Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие / В. Е. Гмурман. – Изд. 9-е, стер. – М.: Высшая школа, 2004. – 404 с.

4. **Капля, В. И.** Теория эксперимента: учеб. пособие / В. И. Капля, Е. В. Капля. - Волжский: Филиал ГОУВПО МЭИ (ТУ) в г. Волжском, 2003. – 50 с.

5. **Сборник задач** по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. А. Свешников; под общей ред. А. А. Свешникова. – Электрон. текстовые дан. – 5-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5711>

6. Альтшуллер Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач / Генрих Альтшуллер. – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 402 с.

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

Microsoft Word, Microsoft Excel, Power Point.

## **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 эксперимента и решение изобретательских задач

(название дисциплины)

## 6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1	Тест «Основные термины теории эксперимента»
КМ-2	Тест «Оценивание параметров статистического распределения. Проверка статистических гипотез»
КМ-3	Тест «Корреляционный анализ»
КМ-4	Тест «Дисперсионный анализ»
КМ-5	Тест «Регрессионный анализ»
КМ-6	Контрольная работа «Методы статистической обработки экспериментальных данных»
КМ-7	Письменный опрос по теме «Построение плана эксперимента»
КМ-8	Контрольная работа «Построение экспериментальных планов»
КМ-9	Письменный опрос по теме «Основные понятия теории решения изобретательских задач»

## Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
1	Методы статистической обработки экспериментальных данных		+	+	+	+	+	+			
2	Методы планирования эксперимента и построение экспериментальных планов								+	+	
3	Основы теории решения изобретательских задач										+
	Минимальный балл за КМ		6	6	6	6	6	9	6	9	6
	Максимальный балл за КМ		10	10	10	10	10	15	10	15	10

**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: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии,  
Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими  
процессами**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б1.О.25 ТЕОРИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И РЕШЕНИЕ  
ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ**

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

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

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

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>Знать:</b>		
основные термины теории эксперимента	ОПК-2.3	Тест «Основные термины теории эксперимента»
методы обработки экспериментальных данных	ОПК-2.3	Тесты «Оценивание параметров статистического распределения. Проверка статистических гипотез», «Корреляционный анализ», «Дисперсионный анализ», «Регрессионный анализ»
методы планирования эксперимента	ОПК-2.3	Письменный опрос по теме «Построение плана эксперимента»
основы методики решения изобретательских задач	ОПК-2.3	Письменный опрос по теме «Основные понятия теории решения изобретательских задач»
<b>Уметь:</b>		
обрабатывать и анализировать результаты эксперимента с привлечением соответствующего математического аппарата	ОПК-2.3	Контрольная работа «Методы статистической обработки экспериментальных данных»
строить план эксперимента	ОПК-2.3	Контрольная работа «Регрессионный анализ и ортогональное планирование первого порядка»

### Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

#### Тест «Основные термины теории эксперимента»

Тест состоит из 12 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

1. Эксперимент – это метод познания, при помощи которого
  - а) создается точная математическая модель объекта, описываемая дифференциальным уравнением;
  - б) объект изучается в естественных условиях;
  - в) объект изучается в контролируемых и управляемых условиях;
  - г) получается точное аналитическое решение для описания сложных физических процессов.
2. Наблюдение – это
  - а) целенаправленное восприятие и регистрация поведения изучаемого объекта;
  - б) создание математической модели объекта;
  - в) изучение объекта в специально созданных, контролируемых условиях;
  - г) учет различных свойств объекта без привязки к какой-либо цели.
3. Технологический эксперимент – это
  - а) проверка работоспособности технического устройства;
  - б) исследование качественных или количественных характеристик технического устройства;
  - в) применение технологии в промышленном производстве;

- г) разработка новой или улучшение имеющейся технологии.
4. Корреляционный анализ – это
    - а) определение степени вероятности связи между двумя и более случайными величинами;
    - б) оценка существенности влияния качественных факторов на результаты наблюдений за объектом;
    - в) установление предполагаемых отношений между количественной результирующей переменной и несколькими независимыми переменными, входящими в модель объекта;
    - г) определение числовых характеристик двумерных случайных величин.
  5. Регрессионный анализ – это
    - а) определение числовых характеристик количественной результирующей переменной и независимых переменных;
    - б) установление предполагаемых отношений между количественной результирующей переменной и несколькими независимыми переменными, входящими в модель объекта;
    - в) определение степени вероятности связи между двумя и более случайными величинами;
    - г) оценка существенности влияния качественных факторов на результаты наблюдений за объектом.
  6. Для дискретной случайной величины закон распределения задан если
    - а) перечислены все возможные значения случайной величины;
    - б) указан промежуток, на котором задана случайная величина;
    - в) указано множество возможных значений случайной величины, и соответствующие этим значениям вероятности;
    - г) указан способ количественного определения вероятности попадания случайной величины в любую область множества возможных значений.
  7. Интегральная функция распределения  $F(x)$  случайной величины  $X$  определяет вероятность того, что
    - а) случайная величина  $X$  принимает значение, равное некоторому значению  $x$ ;
    - б) случайная величина  $X$  принимает значение, меньшее некоторого значения  $x$ ;
    - в) случайная величина  $X$  принимает значение, большее некоторого значения  $x$ ;
    - г) случайная величина  $X$  принимает значение, меньшее или равное некоторому значению  $x$ .
  8. Выберите **верное** свойство интегральной функции распределения  $F(x)$ :
    - а)  $0 \leq F(x) \leq 1 \quad \forall x \in R$ ;
    - б)  $F(-\infty) = \lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 1$ ;
    - в)  $F(+\infty) = \lim_{x \rightarrow +\infty} F(x) = 0$ ;
    - г)  $F(x_1) \geq F(x_2)$  при  $x_1 \leq x_2$ .
  9. Функция плотности распределения вероятностей  $p(x)$  обладает следующим свойством:
 

<ol style="list-style-type: none"> <li>а) <math>\int_{-\infty}^{+\infty} p(x) dx = 0</math>;</li> <li>в) <math>\int_{-\infty}^{+\infty} p(x) dx = 1</math>;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>б) <math>\int_{-\infty}^{+\infty} p(x) dx = \text{const}</math>;</li> <li>г) <math>\int_{-\infty}^{+\infty} p(x) dx</math> – расходится.</li> </ol>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
  10. Математическое ожидание непрерывной случайной величины  $X$  равно

$$\text{а) } M_X = \int_{-\infty}^{+\infty} x dx;$$

$$\text{б) } M_X = \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) dx;$$

$$\text{в) } M_X = \int_{-\infty}^{+\infty} xp(x) dx;$$

$$\text{г) } M_X = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 p(x) dx.$$

11. Вариационный ряд получают из исходных данных  $x_1, x_2, \dots, x_n$  путем расположения вариантов
- а) в порядке возрастания;
  - б) в порядке убывания;
  - в) в произвольном порядке;
  - г) в порядке возрастания без повторяющихся элементов.
12. Несмещенной точечной оценкой генеральной средней (математического ожидания) является
- а) выборочная средняя величина;
  - б) выборочная дисперсия;
  - в) выборочное среднее квадратическое отклонение
  - г) исправленная выборочная дисперсия.

По результатам тестирования выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 75% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий

### Тест «Оценивание параметров статистического распределения. Проверка статистических гипотез»

Тест состоит из 12 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

- Параметры распределения случайной величины могут быть оценены
  - а) с помощью сравнения закона распределения случайной величины с известными законами распределения;
  - б) на основании изучения выборки из генеральной совокупности случайной величины;
  - в) посредством нахождения математического ожидания и дисперсии случайной величины;
  - г) графически через полигон и гистограмму распределения.
- Статистическая оценка является эффективной, если
  - а) ее математическое ожидание равно оцениваемому параметру;
  - б) она имеет наименьшую дисперсию при заданном объеме выборки;
  - в) с увеличением объема выборки она приближается к истинному значению параметра;
  - г) она имеет дисперсию, равную нулю.
- Точечная оценка параметра – это
  - а) некоторое число, найденное исходя из предположения о характере распределения случайной величины;
  - б) константа, не зависящая от случайных величин выборки;
  - в) значение некоторой функции от наблюдаемых случайных величин выборки;
  - г) графическое изображение распределения случайной величины.
- Несмещенной и состоятельной оценкой генерального математического ожидания  $M_X$  является

$$\text{а) } \bar{x}_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i;$$

$$\text{б) } \bar{x}_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2$$

$$\text{в) } S^2 = \frac{n}{n-1} D_B;$$

$$\text{г) } S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^2.$$

5. Если распределение случайной величины зависит от одного параметра  $\theta$ , то для нахождения его оценки по методу моментов необходимо
- решить относительно  $\theta$  уравнение  $M_X = \bar{x}_B$ ;
  - решить относительно  $\theta$  уравнение  $M_X = D_B$ ;
  - решить относительно  $\theta$  уравнение  $M_X = S^2$ ;
  - решить относительно  $\theta$  систему уравнений  $\begin{cases} M_X = \bar{x}_B, \\ D_X = D_B. \end{cases}$
6. За точечную оценку параметра  $\theta$ , согласно методу наибольшего правдоподобия, берут такое его значение  $\theta$ , при котором функция правдоподобия
- равна нулю;
  - достигает минимума;
  - достигает максимума;
  - является постоянной величиной.
7. Доверительный интервал для математического ожидания  $a$  при известной дисперсии  $\sigma^2$  имеет вид
- $\bar{x}_B - \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < a < \bar{x}_B + \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ ;
  - $\bar{x}_B - \frac{S}{\sqrt{n}} < a < \bar{x}_B + \frac{S}{\sqrt{n}}$ ;
  - $\bar{x}_B - t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < a < \bar{x}_B + t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ ;
  - $\bar{x}_B - t \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} < a < \bar{x}_B + t \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$ .
8. Интервальной оценкой с надежностью  $\gamma$  для среднего квадратического отклонения  $\sigma$  при  $q < 1$  является интервал
- $S(1-q) < \sigma < S(1+q)$ ;
  - $q(1-S) < \sigma < q(1+S)$ ;
  - $S(1+q) < \sigma < S(1-q)$ ;
  - $0 < \sigma < S(1+q)$ .
9. Ошибка I рода –
- принимая верную нулевую гипотезу;
  - отвергая верную нулевую гипотезу;
  - принимая неверную нулевую гипотезу;
  - отвергая неверную нулевую гипотезу.
10. Уровень значимости  $\alpha$  – это
- вероятность допустить ошибку I рода;
  - вероятность допустить ошибку II рода;
  - вероятность принять верную нулевую гипотезу;
  - вероятность отвергнуть неверную нулевую гипотезу.
11. Статистический критерий –
- правило для проверки статистической гипотезы;
  - найденные оценки параметров распределения генеральной совокупности;
  - специальным образом подобранная случайная величина, используемая для проверки гипотезы;
  - числовые характеристики выборки.
12. Область принятия гипотезы – это

- а) область таких значений критерия, попадание в которую критерия невозможно при справедливости нулевой гипотезы;
- б) область таких значений критерия, попадание в которую критерия вероятно при справедливости нулевой гипотезы;
- в) область таких значений критерия, попадание в которую критерия достоверно при справедливости нулевой гипотезы;
- г) область таких значений критерия, попадание в которую критерия маловероятно при справедливости нулевой гипотезы.

По результатам тестирования выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий;
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 75% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий

### Тест «Корреляционный анализ»

Тест состоит из 12 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

1. Для двух величин  $X$  и  $Y$  мерой связи служит корреляционный момент, который вычисляется по формуле:
  - а)  $\text{cov}(X, Y) = (X + M_X)(Y + M_Y)$ ;
  - б)  $\text{cov}(X, Y) = (X - M_X)(Y - M_Y)$ ;
  - в)  $\text{cov}(X, Y) = M[(X + M_X)(Y + M_Y)]$ ;
  - г)  $\text{cov}(X, Y) = M[(X - M_X)(Y - M_Y)]$ .
2. Статистической называют зависимость, при которой
  - а) изменение одной из случайных величин влечет изменение закона распределения другой;
  - б) каждому значению одной из величин соответствует единственное значение другой;
  - в) случайные величины принимают одни и те же значения;
  - г) случайные величины распределены по одному и тому же закону.
3. При положительной корреляции
  - а) величины связаны функциональной зависимостью;
  - б) с увеличением одной переменной увеличивается другая переменная;
  - в) с увеличением одной переменной другая переменная убывает;
  - г) связь между величинами отсутствует.
4. Выборочный коэффициент корреляции вычисляется по формуле
  - а)  $r_{XY} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)(y_i - \bar{y}_B)$ ; б)  $r_{XY} = n\sigma_X\sigma_Y$ ;
  - в)  $r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)(y_i - \bar{y}_B)}{n\sigma_X\sigma_Y}$ ; г)  $r_{XY} = \frac{(x_i - \bar{x}_B)(y_i - \bar{y}_B)}{n\sigma_X\sigma_Y}$ .
5. Пусть все значения количественного признака  $X$  разбиты группы. Внутригрупповая дисперсия отражает
  - а) вариацию, происходящую под влиянием неучтенных факторов и независимую от признака, положенного в основание группировки;
  - б) вариацию признака, обусловленную влиянием фактора, положенного в основание группировки;

- в) вариацию признака по всей совокупности под влиянием всех факторов, обусловивших эту вариацию;  
г) вариацию признака внутри групп.
6. Между признаками  $X$  и  $Y$  существует функциональная зависимость, если выборочное корреляционное отношение
- а)  $\eta_{yx} = 0$ ; б)  $\eta_{yx} = 1$ ;  
в)  $0 \leq \eta_{yx} \leq 1$ ; г)  $\eta_{yx} > 1$ .
7. Альтернативная гипотеза при проверке выборочного коэффициента на значимость формулируются следующая нулевая гипотеза:
- а)  $H_1 : r_{XY} = 0$ ; б)  $H_1 : r_{XY} > 0$ ;  
в)  $H_1 : r_{XY} < 0$ ; г)  $H_1 : r_{XY} > 1$ .
8. Выберите формулу для нахождения коэффициента корреляции:
- а)  $\rho_{XY} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{D_X \cdot D_Y}}$ ;                      б)  $\rho_{XY} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{D_X + D_Y}}$ ;  
в)  $\rho_{XY} = \frac{\sqrt{D_X \cdot D_Y}}{\text{cov}(X, Y)}$ ;                      г)  $\rho_{XY} = \frac{\sqrt{D_X + D_Y}}{\text{cov}(X, Y)}$ .
9. Межгрупповая дисперсия – это
- а) вариация, происходящая под влиянием неучтенных факторов и независящая от признака, положенного в основание группировки;  
б) вариация признака по всей совокупности под влиянием всех факторов, обусловивших эту вариацию;  
в) вариация признака, обусловленная влиянием фактора, положенного в основание группировки;  
г) вариация признака внутри групп.
10. Для оценки степени нелинейной связи между  $X$  и  $Y$  используют следующую величину
- а)  $\eta_{xy} = \frac{\sigma_{\text{внгр}}}{\sigma_{\text{общ}}}$ ;                      б)  $\eta_{xy} = \frac{\sigma_{\text{межгр}}}{\sigma_{\text{общ}}}$ ;  
в)  $\eta_{xy} = \frac{D_{\text{межгр}}}{D_{\text{общ}}}$ ;                      г)  $\eta_{xy} = \frac{D_{\text{внгр}}}{D_{\text{общ}}}$ .
11. Отрицательная корреляция показывает, что
- а) связь между величинами отсутствует;  
б) величины связаны функциональной зависимостью;  
в) с увеличением одной переменной увеличивается другая переменная  
г) с увеличением одной переменной другая переменная уменьшается
12. Величины  $X$  и  $Y$  связаны умеренной отрицательной корреляционной зависимостью, если коэффициент корреляции
- а)  $\rho_{XY} = -1$ ;                      б)  $-0,7 < \rho_{XY} < -0,5$ ;  
в)  $\rho_{XY} = 0$ ;                      г)  $-0,5 < \rho_{XY} < 0$ .

По результатам тестирования выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 75% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий



### Тест «Дисперсионный анализ»

Тест состоит из 12 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

1. С точки зрения дисперсионного анализа общая дисперсия случайной величины
  - а) разлагается на независимые слагаемые, обусловленные действием факторов, и остаточную дисперсию, возникающую под воздействием случайных причин;
  - б) совпадает с дисперсией, обусловленной только действием ряда независимых факторов;
  - в) совпадает с остаточной дисперсией, возникающей под воздействием случайных причин;
  - г) является постоянной величиной.
2. Однородность ряда дисперсий воспроизводимости  $S_1^2, S_2^2, \dots, S_n^2$  в однофакторном дисперсионном анализе проверяется при помощи
  - а)  $G$ -критерия Кохрена;
  - б)  $F$ -критерия Фишера;
  - в)  $t$ -критерия Стьюдента;
  - г) критерия  $\chi^2$ .
3. В однофакторном дисперсионном анализе результат любого измерения  $Y_{ij}$ , можно представить моделью  $Y_{ij} = \mu + \gamma_i + \varepsilon_{ij}$ . В этой модели  $\varepsilon_{ij}$  – это
  - а) оценка математического ожидания отклика по результатам всех наблюдений;
  - б) отклонение, вызванное  $i$ -м изменением уровня контролируемого фактора;
  - в) случайное отклонение отклика при  $j$ -м параллельном измерении на  $i$ -м уровне контролируемого фактора  $X$ ;
  - г) дисперсия воспроизводимости результатов всего эксперимента.
4. Средняя дисперсия воспроизводимости результатов эксперимента – это
  - а) количественная оценка рассеяния значений отклика под влиянием неконтролируемых факторов;
  - б) количественная оценка рассеяния значений отклика «между группами», вызванного контролируемым фактором;
  - в) количественная оценка рассеяния значений отклика, вызванного как контролируемыми, так и неконтролируемыми факторами;
  - г) среднее значение отклика, вызванного внутри групп.
5. В двухфакторном дисперсионном анализе результат любого измерения  $Y_{ijk}$ , можно представить моделью  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + \gamma_{ik} + \varepsilon_{ijk}$ . В этой модели  $\gamma_{ij}$  – это
  - а) отклонение, вызванное измерением фактора  $X_1$  на  $i$ -м уровне;
  - б) отклонение, вызванное измерением фактора  $X_2$  на  $k$ -м уровне;
  - в) отклонение за счет взаимодействия факторов  $X_1$  и  $X_2$ ;
  - г) отклонение, вызванное влиянием неконтролируемых факторов в  $j$ -м параллельном измерении при заданном сочетании  $i$ -го и  $k$ -го уровней контролируемых факторов.
6. Для оценки влияния фактора  $X_1$  на результат эксперимента в двухфакторном дисперсионном анализе сравнивают
  - а) дисперсию изменчивости отклика под влиянием фактора  $X_1$  и дисперсию отклика под влиянием фактора  $X_2$ ;
  - б) дисперсию изменчивости отклика под влиянием фактора  $X_1$  и дисперсию за счет взаимодействия первого и второго факторов
  - в) дисперсию изменчивости отклика под влиянием фактора  $X_1$  и дисперсию воспроизводимости эксперимента;

- г) дисперсию изменчивости отклика под влиянием фактора  $X_1$  и общую дисперсию откликов относительно общего центра распределения.
7. Для определения значимости влияния фактора на результат эксперимента в дисперсионном анализе сравнивают
- а) общую дисперсию и дисперсию, обусловленную межгрупповым разбросом под воздействием контролируемого фактора;
  - б) общую дисперсию с суммой дисперсий, обусловленных межгрупповым и внутригрупповым разбросом;
  - в) общую дисперсию, и дисперсию, обусловленную внутригрупповым разбросом (дисперсию воспроизводимости эксперимента);
  - г) дисперсию, обусловленную межгрупповым разбросом под воздействием контролируемого фактора, и дисперсию, обусловленную внутригрупповым разбросом (дисперсию воспроизводимости эксперимента).
8. Условие применимости дисперсионного анализа заключается в том, что
- а) дисперсии воспроизводимости эксперимента  $S_1^2, S_2^2, \dots, S_n^2$  положительны;
  - б) гипотеза о статистическом равенстве дисперсий воспроизводимости эксперимента  $S_1^2, S_2^2, \dots, S_n^2$  принимается;
  - в) гипотеза о статистическом равенстве дисперсий воспроизводимости эксперимента  $S_1^2, S_2^2, \dots, S_n^2$  отвергается;
  - г) дисперсии воспроизводимости эксперимента  $S_1^2, S_2^2, \dots, S_n^2$  равны между собой по абсолютной величине.
9. Если  $Y_{ij} = \mu + \gamma_i + \varepsilon_{ij}$  – результат любого измерения, то  $\gamma_i$  – это
- а) оценка математического ожидания отклика по результатам всех наблюдений;
  - б) дисперсия воспроизводимости результатов всего эксперимента;
  - в) случайное отклонение отклика при  $j$ -м параллельном измерении на  $i$ -м уровне контролируемого фактора  $X$ ;
  - г) отклонение, вызванное  $i$ -м изменением уровня контролируемого фактора.
10. Рассеивание значений отклика «между группами», вызванное контролируемым фактором, оценивается дисперсией
- а)  $S_X^2 = \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \mu)^2$ ;
  - б)  $S_X^2 = \frac{m}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \mu)$ ;
  - в)  $S_X^2 = \frac{m}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \mu)^2$ ;
  - г)  $S_X^2 = \frac{m}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i + \mu)^2$ .
11. В двухфакторном дисперсионном анализе результат любого измерения  $Y_{ij}$ , можно представить моделью  $Y_{ikj} = \mu + \alpha_i + \beta_k + \gamma_{ik} + \varepsilon_{ikj}$ . В этой модели  $\varepsilon_{ikj}$  – это
- а) отклонение, вызванное измерением фактора  $X_1$  на  $i$ -м уровне;
  - б) отклонение, вызванное измерением фактора  $X_2$  на  $k$ -м уровне;
  - в) отклонение, вызванное влиянием неконтролируемых факторов в  $j$ -м параллельном измерении при заданном сочетании  $i$ -го и  $k$ -го уровней контролируемых факторов;
  - г) отклонение за счет взаимодействия факторов  $X_1$  и  $X_2$ .
12. Сравнения дисперсий в дисперсионном анализе осуществляют по критерию согласия
- а)  $t$ -критерию Стьюдента;
  - б) критерию  $\chi^2$ ;
  - в)  $G$ -критерию Кохрена;
  - г)  $F$ -критерию Фишера.

По результатам тестирования выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 75% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий

### Тест «Регрессионный анализ»

Тест состоит из 12 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста:

1. Основная цель регрессионного анализа состоит в определении
  - а) связи между некоторой характеристикой  $Y$  наблюдаемого объекта и величинами  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которые обуславливают изменения  $Y$ ;
  - б) значимости влияния отдельных факторов на результат эксперимента;
  - в) силы линейной связи между фактором  $X$ , влияющим на результат эксперимента, и откликом  $Y$ ;
  - г) статистических оценок факторов  $x_1, x_2, \dots, x_n$  и отклика  $Y$ .
2. Полином первой степени  $Y = kx + b$ 
  - а) аппроксимирует однофакторный эксперимент;
  - б) аппроксимирует двухфакторный эксперимент;
  - в) аппроксимирует многофакторный эксперимент;
  - г) не может являться математической моделью эксперимента.
3. В линейном уравнении регрессии  $Y = kx + b$  варьируемый фактор – это
  - а)  $Y$ ;
  - б)  $k$ ;
  - в)  $x$ ;
  - г)  $b$ .
4. Условие минимума для функции двух переменных  $F(k, b)$  имеет вид
  - а)  $\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial b} = 0, & \frac{\partial^2 F}{\partial b^2} > 0, \\ \frac{\partial F}{\partial k} = 0, & \frac{\partial^2 F}{\partial k^2} > 0. \end{cases}$
  - б)  $\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial b} = 0, & \frac{\partial^2 F}{\partial b^2} < 0, \\ \frac{\partial F}{\partial k} = 0, & \frac{\partial^2 F}{\partial k^2} < 0. \end{cases}$
  - в)  $\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial b} = 1, & \frac{\partial^2 F}{\partial b^2} > 0, \\ \frac{\partial F}{\partial k} = 1, & \frac{\partial^2 F}{\partial k^2} > 0. \end{cases}$
  - г)  $\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial b} = 1, & \frac{\partial^2 F}{\partial b^2} < 0, \\ \frac{\partial F}{\partial k} = 1, & \frac{\partial^2 F}{\partial k^2} < 0. \end{cases}$
5. Производная от функции  $F = \sum_{i=1}^n (b + kx_i - \bar{y}_i)^2$  по переменной  $k$  имеет вид:
  - а)  $\frac{\partial F}{\partial k} = \sum_{i=1}^n (b + kx_i - \bar{y}_i) x_i$ ;
  - б)  $\frac{\partial F}{\partial k} = 2 \sum_{i=1}^n (b + kx_i - \bar{y}_i)$ ;
  - в)  $\frac{\partial F}{\partial k} = 2 \sum_{i=1}^n (b + kx_i - \bar{y}_i) x_i$ ;
  - г)  $\frac{\partial F}{\partial k} = 2 \sum_{i=1}^n (b + kx_i - \bar{y}_i)^3 x_i$ .
6. Один из постулатов регрессионного анализа: каждый из откликов  $y_i$ , полученных при параллельных измерениях, является случайной величиной, распределенной
  - а) равномерно относительно своего среднего значения, для любых значений  $x_i$ ;
  - б) по закону  $\chi^2$  относительно своего среднего значения, для любых значений  $x_i$ ;
  - в) по закону Стьюдента относительно своего среднего значения, для любых значений  $x_i$ ;

г) нормально относительно своего среднего значения, для любых значений  $x_i$ .

7. Для проверки гипотезы об однородности нескольких выборочных дисперсий в различных точках факторного пространства применяют
  - а)  $G$ -критерий Кохрэна;
  - б) критерий согласия  $\chi^2$  Пирсона;
  - в)  $t$ -критерий Стьюдента;
  - г)  $F$ -критерий Фишера.

8. Оценка значимости коэффициентов регрессии осуществляется с помощью оценки дисперсии  $S_k^2$  по формуле

$$\text{а) } S_k^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2};$$

$$\text{б) } S_k^2 = \frac{S_{\bar{y}}^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2};$$

$$\text{в) } S_k^2 = \frac{S_{\bar{y}}^2}{\sum_{i=1}^n x_i - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2};$$

$$\text{г) } S_k^2 = \frac{S_{\bar{y}}^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}.$$

9. Доверительный интервал для коэффициента регрессии определяется с помощью
  - а)  $t$ -критерий Стьюдента;
  - б) критерий согласия  $\chi^2$  Пирсона;
  - в)  $G$ -критерий Кохрэна;
  - г)  $F$ -критерий Фишера.
10. Адекватными принято считать такие математические модели, при использовании которых для описания экспериментальных зависимостей соблюдается условие
  - а) равенства средних значений  $x_i$  и  $y_i$ ;
  - б) равенства среднего квадратического отклонения  $\Delta S_k$  и дисперсии воспроизводимости эксперимента  $S_{воспр}^2$ ;
  - в) однородности двух дисперсий: дисперсии воспроизводимости эксперимента  $S_{воспр}^2$  и дисперсии адекватности  $S_{ад}^2$ ;
  - г) однородности двух дисперсий: дисперсии «среднего»  $S_{\bar{y}}^2$  и дисперсии адекватности  $S_{ад}^2$ .

11. Дисперсия адекватности математической модели рассчитывается по формуле

$$S_{ад}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n m(Y_i - \bar{y}_i)^2}{n - L}, \text{ где}$$

- а)  $Y_i$  – количество значимых коэффициентов в уравнении регрессии;
  - б)  $\bar{Y}_i$  – средние арифметические экспериментальные значения отклика, полученные при каждом  $i$ -м уровне фактора;
  - в)  $\bar{Y}_i$  – расчетные значения отклика, определяемые при помощи выбранной математической модели;
  - г)  $Y_i$  – число точек факторного пространства, в которых ставились опыты.
12. Коэффициенты регрессии  $k$  и  $b$  могут быть найдены из условия минимизации функ-

ции  $F(k, b)$ , которое приводит к решению

- а) системы, состоящей из двух линейных уравнений с неизвестными  $k$  и  $b$  ;
- б) системы, состоящей из трех линейных уравнений с неизвестными  $k$  и  $b$  ;
- в) линейного уравнения, зависящего от  $k$  и  $b$  ;
- г) квадратного уравнения, зависящего от  $k$  и  $b$  .

По результатам тестирования выставляется:

- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 75% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 50% заданий

### **Письменный опрос по теме «Построение плана эксперимента»**

Письменный опрос состоит из 1 вопроса. Время выполнения 10 минут.

Варианты вопросов:

1. Понятие полного факторного эксперимента. Зависимость количества опытов от числа уровней варьирования факторов.
2. Двухуровневый полный факторный эксперимент: ПФЭ- $2^2$ . Установка факторов на нижний и верхний уровни.
3. Матриц плана.
4. Нормализация факторов при ортогональном планировании.
5. Свойства матрицы нормализованного плана эксперимента.
6. Нормализованное уравнение регрессии. Зависимости между коэффициентами натуральных и нормализованных уравнений.
7. Оценка значимости коэффициентов регрессии и адекватности и воспроизводимости результатов эксперимента.

По результатам опроса выставляется:

- 10 баллов, если студент показывает глубокие и полные знания учебного материала, при изложении не допускает неточностей, излагает материал в логической последовательности, хорошо ориентируется в излагаемом материале.
- 8-9 баллов, если студент освоил учебный материал в полном объеме, хорошо ориентируется в учебном материале, излагает материал в логической последовательности, однако при ответе допускает неточности.
- 7 баллов, если студент освоил основные положения темы, однако при изложении учебного материала допускает неточности, излагает его неполно и непоследовательно, для изложения нуждается в наводящих вопросах со стороны преподавателя;
- 6 баллов, если правильно студент имеет разрозненные и несистематизированные знания учебного материала, допускает ошибки в определениях и теоремах, искажает их смысл, не может самостоятельно излагать материал.

### **Письменный опрос по теме «Основные понятия теории решения изобретательских задач»**

Письменный опрос состоит из 1 вопроса. Время выполнения 10 минут.

Варианты вопросов:

1. История создания ТРИЗ, ее автор.
2. Основная цель и главные задачи ТРИЗ.
3. Принципы ТРИЗ.
4. Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ)
5. Противоречия и их виды. Примеры.
6. Понятие идеального конечного результата. Примеры.

По результатам опроса выставляется:

- 10 баллов, если студент показывает глубокие и полные знания учебного материала, при изложении не допускает неточностей, излагает материал в логической последовательности, хорошо ориентируется в излагаемом материале.
- 8-9 баллов, если студент освоил учебный материал в полном объеме, хорошо ориентируется в учебном материале, излагает материал в логической последовательности, однако при ответе допускает неточности.
- 7 баллов, если студент освоил основные положения темы, однако при изложении учебного материала допускает неточности, излагает его неполно и непоследовательно, для изложения нуждается в наводящих вопросах со стороны преподавателя;
- 6 баллов, если правильно студент имеет разрозненные и несистематизированные знания учебного материала, допускает ошибки в определениях и теоремах, искажает их смысл, не может самостоятельно излагать материал.

### Контрольная работа «Методы статистической обработки экспериментальных данных»

Контрольная работа содержит 6 задач. Время выполнения 90 минут.

Пример варианта контрольной работы:

1. Из генеральной совокупности извлечена выборка из пятнадцати измерений электрического тока: 17, 18, 16, 16, 17, 18, 19, 17, 15, 17, 19, 18, 16, 16, 18. Найти: а) распределение частот; б) эмпирическую функцию и полигон частот (построить); в) выборочную среднюю, выборочную и исправленную дисперсии, выборочное среднее квадратическое отклонение. **Задание выполнить без использования EXCEL.**
2. Найти методом наибольшего правдоподобия по выборке 3, 4, 6, 7, 9 точечную оценку  $\theta^*$  неизвестного параметра  $\theta$  распределения случайной величины, заданной плотностью вероятностей  $f(x) = \frac{\theta^5}{4!} x^4 e^{-\theta x}$ ,  $x > 0$ .
3. Даны наблюдения некоторого параметра технологического процесса:  
2,20; 2,13; 2,06; 3,35; 2,61; 3,64; 3,02; 3,54; 2,84; 2,68  
Вычислить выборочное среднее значение и выборочное среднее квадратическое отклонение. Найти доверительные интервалы, покрывающие истинные значения генерального среднего и генерального среднего квадратического отклонения с надежностью  $\gamma = 0,99$ .
4. При уровне значимости  $\alpha = 0,01$  определите правильность настройки промышленной установки на величину 2 кОм при условии, что была получена следующая выборка измерений 1,919; 1,965; 2,233; 1,988; 2,194; 1,979; 1,816; 2,005.
5. Дана корреляционная таблица. Найти внутригрупповую, межгрупповую и общую дисперсии, если значения  $Y$  разбиты на группы, соответствующие определенному значению  $x$ .

Y	X			$n_y$
	5	10	15	
8	5	6	3	
12	2	5	4	

$n_x$				
-------	--	--	--	--

6. По данным корреляционной таблицы вычислить выборочный коэффициент корреляции. Оценить его достоверность на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Построить график корреляционной зависимости.

Y	X							$n_y$
	18	23	28	33	38	43	48	
125	—	—	—	—	—	1	1	
150	—	—	—	—	3	3	—	
175	—	—	1	8	7	—	—	
200	—	3	2	12	—	—	—	
225	1	2	5	—	—	—	—	
250	—	1	—	—	—	—	—	
$n_x$								$n=50$

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 15 баллов, если во всех шести задачах ход решения верный, получены правильные ответы;
- 13-14 баллов, если четыре или пять задач выполнены правильно, а в остальных задачах допущены негрубые ошибки;
- 10-12 баллов, если три задач из шести выполнены правильно, а в остальных задачах ход решения верный, но есть грубые ошибки или решение не завершено;
- 9 баллов, если три задачи из шести выполнены правильно, а остальные три либо не решены, либо решение начато, но нет продвижения для достижения результата, либо в этих заданиях допущены грубые ошибки.

### Контрольная работа «Построение экспериментальных планов»

Контрольная работа содержит 3 задачи. Время выполнения 90 минут.

Пример варианта контрольной работы:

**№1.** По данным четырёх параллельных измерений оценить влияние различных типов устройств на выход полезного продукта. Из двух типов устройств выбрать устройство, обеспечивающее наибольший выход продукта.

Тип устройства, $i$	Значения $Y_{ij}$ , полученные в результате параллельных измерений при $j$ , равных			
	1	2	3	4
1	2,424	2,150	2,239	2,140
2	3,382	3,494	3,268	3,174
3	2,805	2,552	2,655	2,474
4	4,507	4,142	4,276	4,217
5	3,307	3,089	3,496	3,119
6	5,281	5,148	5,423	5,092
7	3,748	3,601	3,914	3,951

**№2.** Определить значение коэффициентов регрессии по результатам однофакторного эксперимента, построить график. Оценить значимость найденных коэффициентов, адекватность математической модели.

Номер опыта, $i$	Значения фактора, $x_i$	Значения откликов $y_j$ при параллельных измерениях				
		$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	$j = 4$	$j = 5$
1	10	2,82	3,01	1,49	3,78	4,25
2	30	4,95	2,46	3,89	4,75	6,02
3	50	5,44	7,18	5,24	5,94	5,01
4	80	5,72	6,21	4,97	7,18	6,23
5	120	7,73	9,05	9,68	12,12	9,03

**№3.** По результатам ПФЭ-2<sup>2</sup> выполните расчет коэффициентов линейного уравнения регрессии методом нормализации факторов.

Номер опыта, $i$	Натуральные значения факторов		Значение откликов $y_j$ при параллельных измерениях			
	$x_1$	$x_2$	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$
1	9	20	13,3	14,5	17,2	14,6
2	15	20	7,38	7,49	8,96	6,12
3	9	40	20,2	23,1	19	20,6
4	15	40	11,2	9,6	10,3	11,4

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 15 баллов, если во всех трех задачах ход решения верный, получены правильные ответы;
- 13-14 баллов, если две задачи выполнены правильно, а в третьей задаче допущены негрубые ошибки;
- 10-12 баллов, если одна задача выполнена правильно, а в остальных задачах ход решения верный, но есть ошибки или решение не завершено;



- 9 баллов, если задачи не доведены до правильного ответа из-за ошибок, но в целом ход решения верный, алгоритмы соблюдаются.