

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и  
инженерной механики

 Могильная Е.П.

« 18 » \_\_\_\_\_ 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА»**

По направлению подготовки 15.04.01      Машиностроение

Программы:                      «Обработка металлов по спецтехнологиям »

Луганск - 2023

Лист согласования РПУД

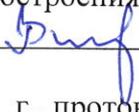
Рабочая программа учебной дисциплины «Организация и планирование эксперимента» по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение. – 17 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Организация и планирование эксперимента» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «14» августа 2020 года № 1025.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Кузьменко Н.Н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга «14» 04 2023 года, протокол № 9

Заведующий кафедрой технологии машиностроения и инженерного консалтинга  Витренко В.А.

Переутверждена: «  »    20   г., протокол №   

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 года, протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

© Кузьменко Н.Н. 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – ознакомление студентов с современными методами экспериментальных научных исследований и, в частности, с методами планирования экспериментов, обработке их результатов и владение навыками их организации и проведения.

Задачи: развитие у студентов умения по применению методов планирования экспериментов, обработке их результатов и владения навыками их организации и проведения.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Организация и планирование эксперимента» относится к дисциплинам обязательной части модуля общих дисциплин. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания организации научного труда; классификации моделей и видов моделирования; основ построения и исследования однофакторных и многофакторных регрессионных моделей;

умения построения матрицы планирования эксперимента; обработки результатов эксперимента; проведения анализа полученной математической модели; выполнения графической интерпретации полученной математической модели; оценки эффективности научных исследований; оформления результатов научной работы;

владение методами теоретических и экспериментальных исследований; принципами организации исследовательской работы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математика», «Основы научных исследований». Знания, полученные в результате изучения данной дисциплины, используются при выполнении научно-исследовательской работы и магистерской диссертации.

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации.  УК-1.2. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивает их преимущества и риски.	Знать: современные информационные технологии и интерпретировать необходимые данные для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам Уметь: выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении Иметь навыки: по подготовке

		заявок на изобретения и промышленные образцы
ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования	<p>ОПК-1.1. Способен сформулировать научную проблему и выбрать актуальную тему научного исследования.</p> <p>ОПК-1.2. Готовит план научного исследования, разбивая его на этапы и определяя последовательность решаемых задач и их приоритетность, а также критерии оценки результатов.</p> <p>ОПК-1.3. Создает критерии оценки результатов исследования.</p>	<p>Знать: классификации моделей и видов моделирования, моделей и математического моделирования, применение алгоритмов построения моделей, основы построения и исследования однофакторных и многофакторных регрессионных моделей</p> <p>Уметь: построить матрицу планирования эксперимента; обработать результаты эксперимента; сделать анализ полученной математической модели; выполнить графическую интерпретацию полученной математической модели; оценить эффективность научных исследований; оформить результаты научной работы.</p> <p>Владеть: методами теоретических и экспериментальных исследований; принципами организации исследовательской работы.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>144</b> <b>(4,0 зач. ед)</b>	<b>144</b> <b>(4,0 зач. ед)</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>75</b>	<b>10</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	15	2
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	60	8
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>69</b>	<b>134</b>
Форма аттестации	зачет	зачет

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1. Общие сведения о технологическом эксперименте.** Формы моделирования, типы моделей. Кибернетическое представление модели. Геометрическое представление модели. Цели эксперимента. Типы эксперимента.

**Тема 2. Основные понятия теории подобия и размерностей.** Характеристика входных и выходного параметров. Теорема о существенных параметрах. Размерные и безразмерные величины. Зависимые и независимые размерности. Структура связей между параметрами. **П**-теорема подобия. Критерии процесса.

**Тема 3. Статистическая обработка результатов измерений.** Нормальный закон распределения. Полигон распределения и гистограмма. Проверка нормальности закона распределения. Оценка статистических характеристик. Статистические операции. Построение экспериментальных кривых.

**Тема 4. Интерполяция.** Постановка задачи. Теорема о количестве членов в уравнении. Построение интерполяционного уравнения методом Ньютона

**Тема 5. Дисперсионный анализ.** Задачи дисперсионного анализа. Основные уравнения дисперсионного анализа. Общий анализ дисперсионной модели. Дисперсионный анализ количественных и качественных факторов. Латинские квадраты. Латинские кубы, греко-латинские квадраты, кубы и гиперкубы.

**Тема 6. Регрессионный анализ.** Задачи регрессионного анализа. Построение регрессии. Обратная матрица. Планирование эксперимента. Ортогональные планы первого порядка. Планы  $2^k$ . Дробные реплики. Симплекс-планы. Планы Плакетта-Бермана.

**Тема 7. Дисперсионный анализ регрессионной модели.** Центральный композиционный план. Планирование второго порядка. Пример построения рототабельного плана. Симплекс-решетчатый план второго порядка. Отсеивающие эксперименты. Метод случайного баланса. Экстремальные эксперименты. Крутое восхождение. Адаптивные модели в системах управления. Корреляционный анализ

### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Тема 1. Общие сведения о технологическом эксперименте	2	1
2	Тема 2. Основные понятия теории подобия и размерностей	2	
3	Тема 3. Статистическая обработка результатов измерений	2	
4	Тема 4. Интерполяция	2	
5	Тема 5. Дисперсионный анализ	2	1
6	Тема 6. Регрессионный анализ	3	
7	Тема 7. Дисперсионный анализ регрессионной модели	2	
<b>Итого:</b>		<b>15</b>	<b>2</b>

### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Обработка результатов наблюдений над случайной величиной	4	2
2	Однофакторный дисперсионный анализ	5	
3	Двухфакторный дисперсионный анализ	5	
4	Корреляционный анализ	4	2
5	Регрессионный анализ (способ наименьших квадратов)	4	
6	Экстремальное планирование эксперимента	5	
7	Априорное ранжирование факторов (психологический эксперимент)	4	
8	Планирование полного факторного эксперимента	5	2
9	Статистическая оценка результатов полного факторного эксперимента	5	
10	Планирование дробного факторного эксперимента	5	
11	Экспериментальное определение экстремальных значений	4	
12	Планирование эксперимента с помощью большого комбинационного квадрата	5	2
13	Планирование эксперимента с помощью латинских квадратов	5	
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>8</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Тема 1. Общие сведения о технологическом эксперименте	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к зачету	9	19
2	Тема 2. Основные понятия теории подобия и размерностей		10	19
3	Тема 3. Статистическая обработка результатов измерений		10	20
4	Тема 4. Интерполяция		10	19
5	Тема 5. Дисперсионный анализ		10	19
6	Тема 6. Регрессионный анализ		10	19
7	Тема 7. Дисперсионный анализ регрессионной модели		10	19
<b>Итого:</b>			<b>69</b>	<b>134</b>

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Организация и планирование эксперимента» не предполагаются учебным планом.

#### 5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Организация и планирование эксперимента» используются следующие образовательные технологии:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

– использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;

– технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;

– технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Адлер, Ю. П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер. - М.: Металлургия, 2018. - 160 с.

2. Бродский, В. З. Введение в факторное планирование эксперимента / В.З. Бродский. - Москва: Мир, 2019. - 224 с.

3. Зажигаев, Л. С. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента / Л.С. Зажигаев, А.А. Кишьян, Ю.И. Романиков. - М.: Атомиздат, 2018. - 232 с.

4. Иванов, А. И. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента / А.И. Иванов. - М.: Бибком, 2018. - 713 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Муса, Аугамбаев Основы планирования научно-исследовательского эксперимента / Аугамбаев Муса. - М.: Укитувчи, 2020. - 212 с.

2. Налимов, В. В. Логические основания планирования эксперимента / В.В. Налимов, Т.И. Голикова. - М.: Металлургия, 2017. - 128 с.

3. Николай, Иванович Сидняев Введение в теорию планирования эксперимента / Николай Иванович Сидняев. - Москва: Наука, 2020. - 177 с.

### **в) интернет-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

### **Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

## **7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Организация и планирование эксперимента» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

### **Программное обеспечение:**

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Организация и планирование эксперимента»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ П / П	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины , практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации.	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	
			УК-1.2. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивает их преимущества и риски.	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	
2	ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования	ОПК-1.1. Способен сформулировать научную проблему и выбрать актуальную тему научного исследования	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	1
			ОПК-1.2. Готовит план научного исследования, разбивая его на этапы и определяя последовательность решаемых задач и их приоритетность, а также критерии оценки результатов	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	
			ОПК-1.3. Создает критерии оценки результатов исследования	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	

**Показатели и критерии оценивания компетенций,  
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации.	Знать: основы организации и планирования эксперимента Уметь: решать исследовательские задачи: построение по опытным данным математических моделей объектов и явлений. Владеть: методами построения по опытным данным математических моделей объектов и явлений	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), контрольная работа, задания по практическим занятиям, зачет
		УК-1.2. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивает их преимущества и риски.	Знать: основы математической обработки экспериментальных данных Уметь: решать исследовательские задачи: оптимизацию процессов, проверку различных предположений Владеть: методами оптимизации процессов исследовательских задач	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), контрольная работа, задания по практическим занятиям, зачет
2	формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии	ОПК-1.1. Способен сформулировать научную проблему и выбрать актуальную тему научного исследования	Знать: теорию подбора эксперимента. Уметь: проводить математическое моделирование объекта с последующей экспериментальной проверкой результата путем поставленного	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), контрольная работа, задания по практическим занятиям, зачет

		эксперимента Владеть: методами математического моделирования объекта поставленного эксперимента		
	ОПК-1.2. Готовит план научного исследования, разбивая его на этапы и определяя последовательность решаемых задач и их приоритетность, а также критерии оценки результатов	Знать: теорию планирования эксперимента. Уметь: развивать и внедрять статистические методы исследования и оценки качества продукции Владеть: методами оценки качества продукции.	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	Вопросы для комбинированн ого контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), контрольная работа, задания по практическим занятиям, зачет
	ОПК-1.3. Создает критерии оценки результатов исследования	Знать: теорию обработки эксперимента. Уметь: использовать научный аппарат теории планирования эксперимента как инструмент повышения качества выпускаемой продукции Владеть: методами теории и планирования эксперимента	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	Вопросы для комбинированн ого контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно), контрольная работа, задания по практическим занятиям, зачет

### **Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно)**

1. Какая информация заключена в параметрической модели  
 $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_k)$  ?
2. Какую информацию дает модель в виде «черного ящика»?
3. Является ли чертеж моделью объекта?
4. Каковы преимущества математического моделирования перед физическим и наоборот?

5. Почему английский философ Б.Рассел считал, что развитие математического моделирования таит опасность для человечества?
6. Чем отличаются понятия «измерения», «опыт» и «эксперимент»?
7. Чем отличаются понятия «фактор» и «уровень фактора»?
8. Зачем необходимо ранжировать входные параметры перед проведением эксперимента?
9. Какие преимущества получает исследователь, имея математическую модель процесса или закон?
10. Чем отличается модель от закона?
11. Какая функция называется сепарабельной и какие достоинства имеют процессы, описываемые такими функциями?
12. В чем достоинства активных, то есть планируемых, экспериментов по сравнению с пассивными? Имеют ли преимущества пассивные эксперименты по сравнению с активными?
13. Как по внешнему признаку на графиках узнать, являются ли два фактора взаимодействующими? Какой смысл заложен в понятие о взаимодействии факторов?
14. Что такое тренд?
15. Как выделить случайную составляющую измерений, подчиняющуюся нормальному закону распределения?
16. Как определяется область автомодельности?
17. Какой практический результат можно извлечь из теоремы о существенных параметрах?
18. Как сформировать безразмерные параметры при известном наборе входных параметров?
19. Чем отличается критерий от простого безразмерного параметра?
20. Как выделяют критерии из параметрического уравнения?
21. Что дает  $\Pi$ -теорема, какие недостатки она имеет?
22. Почему задачу Буссинеска удалось решить Реллею экспериментально?
23. В чем преимущества и недостатки решения задачи о маятнике теоретическим и экспериментальным путем?
24. Какие возможности обеспечивает 2-я теорема подобия?
25. Как необходимо проводить эксперимент по требованиям 3-й теоремы подобия?
26. Почему существует мнение, что физическое моделирование в принципе невозможно?
27. С какими функциями работает фракционный анализ?
28. Как ставится краевая задача?
29. С помощью каких процедур выделяются критерии при фракционном анализе?
30. Чем критерий, полученный фракционным анализом, отличается от критерия, полученного из параметрического уравнения?
31. Какие дополнительные возможности моделирования обеспечивает 4-я теорема подобия?

32. Какие возможности имеет фракционный анализ?
33. Что такое естественные координаты?
34. Как записать уравнение в естественных координатах?
35. Почему перед проведением эксперимента необходимо приводить параметры к безразмерному виду, критериям и естественным координатам?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*комбинированный контроль усвоения теоретического материала*

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### Контрольная работа

1. По экспериментальным данным, (данные выдаются преподавателем), построить методом Ньютона полиномы, точно соответствующие средним значениям в каждой экспериментальной точке.
2. По экспериментальным данным, (данные выдаются преподавателем), построить наиболее простые кривые, укладывающиеся в доверительный интервал, и записать для них уравнения методом Ньютона..
3. Методами дисперсионного анализа исследовать давление металла на валки при холодной прокатке ленты в зависимости от обжатия, толщины ленты и типа применяемой смазки валков.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*контрольная работа*

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В

	оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ.
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне или не представлена (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

### Задания по практическим занятиям

1. В результате пяти измерений физической величины  $x$  одним прибором, не имеющим систематической погрешности, получены следующие результаты: 92; 94; 103; 105; 106. Определите:

- выборочное среднее  $M_x^*$  измеряемой величины;
- выборочную  $D_x^*$  и исправленное  $S^2$  дисперсии погрешностей прибора.

2. Случайная величина  $x$  - погрешность измерительного прибора распределена по нормальному закону с дисперсией  $16 \text{ мВ}^2$ . Систематическая погрешность прибора отсутствует. Вычислите вероятность того, что в пяти независимых измерениях погрешность  $x$ :

- превзойдет по модулю  $6 \text{ мВ}$  не более трех раз;
- хотя бы один раз окажется в интервале  $0,5 \text{ мВ} - 3,5 \text{ мВ}$ .

3. При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  методом дисперсионного анализа проверить нулевую гипотезу о влиянии фактора на качество объекта на основании пяти измерений для трех уровней фактора  $\Phi_1 - \Phi_3$ :

Номер измерения	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$
1	18	24	36
2	28	36	12
3	12	28	22
4	14	40	45
5	32	16	40

4. Методом наименьших квадратов для данных, представленных в таблице, найти линейную зависимость  $y = ax + b$ :

$i$	1	2	3	4	5	6	7	8
$x_i$	-2	-1	0	1	2	3	4	5
$y_i$	-11,47	-7,59	-4,32	-0,41	3,01	6,91	10,12	14,08

5. Имеется объект исследования («черный ящик») (выдается преподавателем)

- нарисовать его схему;
- описать принцип работы выбранного объекта;

- обосновать выбор параметра оптимизации (у-отклик);
- перечислить все влияющие факторы «х» на параметр оптимизации «у»;
- зарисовать модель объекта исследования в виде «чёрного ящика»;

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
задания по практическим занятиям**

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

**Вопросы к зачету**

1. Обработка результатов эксперимента. Выборка и совокупность. Статистики и параметры.
2. Эмпирические распределения и числовые характеристики.
3. Распределения случайных величин, применяемые в прикладной статистике.
4. Точечные оценки. Несмещенность и эффективность.
5. Метод статистических моментов.
6. Метод максимального правдоподобия.
7. Доверительные вероятности и доверительные интервалы.
8. Проверка статистических гипотез.
9. Статистические аналоги законов распределения.
10. Однофакторная линейная регрессия.
11. Дисперсионный анализ.
12. Уровни (значения) факторов в эксперименте Полный факторный эксперимент.
13. Метод наименьших квадратов.
14. Распределение оценок коэффициентов линейной регрессии. Доверительные интервалы.
15. Проверка на отклонение от линейности.
16. Проверка адекватности множественной линейной регрессии.
17. Проверка адекватности множественной полиномиальной регрессии.
18. Определение предмета – «Планирование эксперимента», его практическая значимость, цели и две основные задачи.

19. Основные понятия предмета – «Планирование эксперимента»: объект исследования; экстремальный эксперимент; параметр оптимизации; планы 1-го и 2-го порядков.

20. Два основных этапа хода планирования; условия аналитического построения плана.

21. Характеристики оптимальных задач и их данных. Определения параметра оптимизации, фактора (управляемость, воздействие, совместимость, независимость), модели.

22. Полный факторный эксперимент. Построение плана эксперимента, кодирование факторов.

23. Шаговый метод, его цели, условия решения и изменения факторов.

24. Матрица факторного эксперимента и матрица планирования 1-го порядка.

25. Число степеней свободы. Линейные эффекты и эффекты взаимодействия.

26. Дробный факторный эксперимент

27. Смешанные, несмешанные линейные эффекты (оценки); генерирующие соотношения и определяющие контрасты;

28. Свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов

29. Организация и обработка опыта

30. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов

31. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов

32. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов

33. Крутое восхождение по поверхности отклика.

34. Особенности регрессионного анализа при планировании эксперимента: характеристики входных, выходных, настраиваемых переменных.

35. План эксперимента.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – зачет

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	

Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)