

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта



Евдоким А.И.

« 30 06 2021 г. »

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Обработка результатов измерений»

**направление подготовки / специальность**

27.03.02 «Управление качеством»

**направленность (профиль) подготовки**

«Управление качеством»

г. Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины "Обработка результатов измерений" является подготовка к научно-технической деятельности, связанной с применением экспериментальных исследований: выбор и составление планов многоуровневых экспериментов, организация эксперимента и оценка поведения объекта исследования, анализ результатов эксперимента, построение математических моделей объектов исследования с оценкой их адекватности, определение оптимальных условий, поиск экстремума функции.

Задачи:

- теоретическая подготовка обучающихся к проведению научных и промышленных экспериментов, необходимых для выявления значимых технологических факторов влияющих на качество изделий;
- сформировать ответственность за представленные результаты, правильное отношение к неполностью подтвержденным гипотезам;
- подготовка к освоению новых аспектов математического аппарата, применяющегося при обработке результатов эксперимента, методик решения оптимизационных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Обработка результатов измерений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2. Способен разрабатывать методики и инструкции по текущему контролю качества работ в процессе изготовления продукции, в испытаниях готовых изделий и оформлении документов, удостоверяющих их качество	<p>ПК-2.1. Знает нормативную базу для разработки методик и инструкций по текущему контролю качества работ в процессе изготовления продукции, в испытаниях готовых изделий и оформлении документов, удостоверяющих их качество</p> <p>ПК-2.2. Умеет использовать методы теории вероятностей, случайных процессов, математической статистики, обработки результатов измерений, системного анализа, метрологической экспертизы для разработки методик и инструкций по текущему контролю качества работ в процессе изготовления продукции, в испытаниях готовых изделий и оформлении документов, удостоверяющих их качество</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы и положения теории планирования эксперимента,</li> <li>- основные методики планирования и предпланирования эксперимента, требования, предъявляемые к методикам обработки результатов эксперимента и поиска оптимумов</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать эксперимент в производственных условиях, формулировать задачи эксперимента;</li> <li>- использовать информационные технологии и математический аппарат в профессиональной деятельности;</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными средствами и навыками построения линейных и нелинейных математических</li> </ul>	Тестовые вопросы, ситуационные задачи, практико-ориентированное задание

	<p>ПК-2.3. Владеет методами планирования экспериментов, обработки результатов измерений средствами автоматизации измерений, испытаний и текущему контролю качества, в процессе изготовления продукции в испытаниях готовых изделий и оформлении документов, удостоверяющих их качество</p>	<p>моделей, проведения оптимизации на базе математических моделей , - современными программными средами для обработки результатов эксперимента</p>	
<p>ПК-5. Способен внедрять новые методы и средства технического контроля</p>	<p>ПК-5.1. Знает методы и средства технического контроля ПК-5.2. Умеет внедрять новые методы и средства технического контроля на основе полученных статистических данных, сведений о производственной среде ПК-5.3. Владеет средствами цифровизации и автоматизации измерений, технического контроля и испытаний, обеспечения планового уровня качества, методами и средствами современной обработки результатов измерительной информации</p>	<p>Знает: - методы, инструменты, приемы, способы обработки, систематизации и анализа технических исходных данных, необходимых для проведения анализа состояния производства - основные технологии, методы и инструменты решений фундаментальные типовых задач в области управления качеством. Умеет: - использовать методы алгоритмы регистрации и анализа данных эксперимента; - использовать методы регрессионного анализа планирования эксперимента для обработки данных; - составлять отчет по заданию, а также, оформлять его в виде публикации. Владеет: - навыками применения знаний основных технологий, методов и инструментов решения типовых задач в области управления качеством; - навыками использования программных средств для проведения численных расчетов</p>	<p>Тестовые вопросы. ситуационные задачи, практико-ориентированное задание</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Раздел.1. Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров (теория единства измерений).	5	1-2	2	2	2		7	
2	Раздел.2. Погрешности измерений. Классификация погрешностей измерений.	5	3-4	2	2	2		7	
3	Раздел.3. Планирование эксперимента для построения математических моделей.	5	5-6	2	2	2	2	7	Рейтинг-контроль №1
4	Раздел.4. Особенности проведения полных факторных экспериментов. Факторы, факторное пространство, требования, предъявляемые к факторам.	5	7-8	2	2	2	2	7	
5	Раздел.5. Дробно-факторное планирование. правила сокращения числа опытов.	5	9-10	2	2	2	2	7	
6	Раздел.6. Решение экстремальных задач. Ортогональное планирование второго порядка.	5	11-12	2	2	2		7	Рейтинг-контроль №2
7	Раздел.7. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов	5	13-14	2	2	2	2	7	
8	Раздел.8. Планирование экспериментов с качественными факторами	5	15-16	2	2	2	2	7	
9	Раздел.9. Обработка результатов экспериментов с качественными факторами.	5	17-18	2	2	2		7	Рейтинг-контроль №3
Всего за 5 семестр:				18	18	18		63	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18	18	18		63	Экзамен (27)

**Тематический план  
форма обучения – заочная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Раздел.1. Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров (теория единства измерений).	7	1-2	0,5				11	
2	Раздел.2. Погрешности измерений. Классификация погрешностей измерений.	7	3-4	0,5	0,5			11	
3	Раздел.3. Планирование эксперимента для построения математических моделей.	7	5-6	0,5		0,5	0,5	11	Рейтинг-контроль №1
4	Раздел.4. Особенности проведения полных факторных экспериментов. Факторы, факторное пространство, требования, предъявляемые к факторам.	7	7-8	0,5		0,5	0,5	11	
5	Раздел.5. Дробно-факторное планирование. правила сокращения числа опытов.	7	9-10	0,5	0,5		0,5	11	
6	Раздел.6. Решение экстремальных задач. Ортогональное планирование второго порядка.	7	11-12	0,5		0,5		15	Рейтинг-контроль №2
7	Раздел.7. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов	7	13-14	1	0,5	0,5	0,5	11	
8	Раздел.8. Планирование экспериментов с качественными факторами	7	15-16	1		0,5	0,5	11	
9	Раздел.9. Обработка результатов экспериментов с качественными факторами.	7	17-18	1	0,5	0,5		11	Рейтинг-контроль №3
Всего за 7 семестр:				6	4	4		213	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				6	4	4		103	Экзамен (27)

**Содержание лекционных занятий по дисциплине**

Раздел.1. Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров (теория единства измерений).

Тема 1.1. Единство измерений и его обеспечение. Федеральный закон РФ «Об обеспечении единства измерений».

Содержание темы

Законодательство Российской Федерации об обеспечении единства измерений основывается на Конституции Российской Федерации и включает в себя настоящий Федеральный закон, другие федеральные законы, регулирующие отношения в области обеспечения единства измерений, а также принимаемые в соответствии с ними иные нормативные правовые акты Российской Федерации. Положения федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, касающиеся предмета регулирования настоящего Федерального закона, применяются в части, не противоречащей настоящему Федеральному закону.

Тема 1.2. Модель измерения, виды измерений. Погрешности измерений, погрешности по форме числового выражения, случайные систематические погрешности, грубые погрешности и промахи.

Содержание темы

Измерения и погрешности. Свойства физического объекта (явления, процесса) определяются набором количественных характеристик — физических величин.

Раздел.2. Погрешности измерений. Классификация погрешностей измерений.

Тема 2.1. Классификация погрешностей

Содержание темы

Виды погрешностей. Понятие погрешности измерения связано с такими терминами как «истинное» и «действительное» значения физической величины. Истинное значение физической величины хист – это значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в количественном и качественном отношении данную физическую величину.

Тема 2.2. Методы исключения погрешностей.

Содержание темы

Исключение грубых, систематических погрешностей. Статистические метода.

Раздел.3. Планирование эксперимента для построения математических моделей.

Тема 3.1. Основные направления планирования эксперимента в управление качеством

Содержание темы

Планирование эксперимента в системах контроля качества.

Тема 3.2. Выделение значимых факторов, определение необходимого количества измерений и отсеивание грубых погрешностей.

Содержание темы

Количество факторов, влияющих на точность измерений. Погрешность измерения – это отклонение результата измерений  $x$  от истинного  $x_0$  (действительного) значения измеряемой величины.

Раздел.4. Особенности проведения полных факторных экспериментов. Факторы, факторное пространство, требования, предъявляемые к факторам.

Тема 4.1. Проверка статистических гипотез.

Содержание темы

Проверки статистических гипотез: формулируется основная гипотеза  $H_0$  и альтернативная гипотеза  $H_1$ ; выбирается статистический критерий, с помощью которого будет проверяться гипотеза: задаётся значение уровня значимости  $\alpha$ ; находятся границы области принятия гипотезы; делается вывод о принятии или отвержении основной гипотезы  $H_0$

Тема 4.2. Гипотезы об адекватности модели в задаче регрессии

Содержание темы

Критерий Фишера, о значимости коэффициента регрессии, критерий Стьюдента и о виде закона распределения, критерий Пирсона.

Раздел.5. Дробно-факторное планирование. правила сокращения числа опытов.

Тема 5.1. Полу реплика. Построение матрицы планирования.

Содержание темы

Выбор полу реплики. Дробная реплика.

Тема 5.2. Четверть реплики. Построение матрицы планирования.

Содержание темы

Построение четверть-реплики 25-2. Матрица плана D5-2 четверть-реплики строится исходя из матрицы плана ПФЭ 23 с применением двух генерирующих соотношений, определяющих переменные  $x_4$  и  $x_5$ . Варианты генерирующих соотношений.

Раздел.6. Решение экстремальных задач. Ортогональное планирование второго порядка.

Тема 6.1. Матрица планирования для квадратичной модели

Содержание темы

Методы планирования эксперимента. Планы второго порядка.

Тема 6.2. Нахождение экстремума функции.

Содержание темы

Возрастание, убывание и экстремумы функции. Нахождение интервалов возрастания, убывания и экстремумов функции является как самостоятельной задачей, так и важнейшей частью других заданий, в частности, полного исследования функции.

Раздел.7. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов

Тема 7.1. Нелинейный метод наименьших квадратов

Содержание темы

Нелинейный метод наименьших квадратов - это форма анализа методом наименьших квадратов, используемая для подбора набор из  $m$  наблюдений с моделью, нелинейной по  $p$  неизвестным параметрам ( $m \geq n$ )

Тема 7.2. Построение доверительных интервалов в случае нелинейной регрессии

Содержание темы

Выполнено построение доверительного интервала нелинейного уравнения регрессии времени восстановления работоспособности устройств терминальной сети на основе нормализующего преобразования Джонсона и  $\gamma$ -распределения Стьюдента, без предположения о нормальности эмпирических данных.

Раздел.8. Планирование экспериментов с качественными факторами

Тема 8.1. Условная оптимизация.

Содержание темы

Одномерная и многомерная безусловная оптимизация, условная оптимизация

Тема 8.2. Построение диаграмм состав - свойство

Содержание темы

Построение диаграмм состав - свойство с помощью методов математического планирования эксперимента сводится к следующей схеме: - выбор модели; - составление и реализация матрицы планирования; - вычисление коэффициентов уравнения; - проверка адекватности модели; - в случае адекватности модели - построение модели в виде линий равных значений и расчет доверительных интервалов; - в случае неадекватности модели - переход к модели более высокой степени. Выбор модели.

Раздел.9. Обработка результатов экспериментов с качественными факторами.

Тема 9.1. Проверка статистических гипотез.

Содержание темы

Проверка статистических гипотез является важнейшим классом задач математической статистики.

Тема 9.2. Гипотезы о равенстве математических ожиданий и дисперсий двух генеральных совокупностей.

Содержание темы

Гипотеза о генеральной дисперсии нормального распределения. Гипотеза о равенстве ген. дисперсий двух нормальных распределений. Гипотеза о вероятности события. Сравнение вероятностей двух биномиальных распределений.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел. 1. Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров (теория единства измерений).

Тема 1.1. Единство измерений и его обеспечение. Федеральный закон РФ «Об обеспечении единства измерений».

Тема 1.2. Модель измерения, виды измерений. Погрешности измерений, погрешности по форме числового выражения, случайные систематические погрешности, грубые погрешности и промахи.

Раздел.2. Погрешности измерений. Классификация погрешностей измерений.

Тема 2.1. Классификация погрешностей

Тема 2.2. Методы исключения погрешностей..

Раздел.3. Планирование эксперимента для построения математических моделей.

Тема 3.1. Моделирование - метод анализа экспериментальной информации.

Тема 3.2. Задачи, решаемые математической теорией планирования эксперимента.

Раздел.4. Особенности проведения полных факторных экспериментов. Факторы, факторное пространство, требования, предъявляемые к факторам.

Тема 4.1. Решение задачи определения механизма явления.

Тема 4.2. Статистические методы анализа

Раздел.5. Дробно-факторное планирование. правила сокращения числа опытов.

Тема 5.1. Полуреплика. Система смешивания.

Тема 5.2. Четверть реплики. Обобщающий определяющий контраст.

Раздел.6. Решение экстремальных задач. Ортогональное планирование второго порядка.

Тема 6.1. Движение по вектор-градиенту в область экстремума функции.

Тема 6.2. Определение области экстремума.

Раздел.7. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов

Тема 7.1. Метод наименьших квадратов

Тема 7.2. Расчет доверительных интервалов в случае нелинейной регрессии

Раздел.8. Планирование экспериментов с качественными факторами

Тема 8.1. Проверка гипотезы о равенстве средних арифметических.

Тема 8.2. Построение диаграмм состав - свойство

Раздел.9. Обработка результатов экспериментов с качественными факторами.

Тема 9.1. Решение задач статистического анализа.

Тема 9.2. Гипотезы о равенстве математических ожиданий и дисперсий двух генеральных совокупностей.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

Раздел.1. Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров (теория единства измерений)..

Тема 1.1. Единство измерений и его обеспечение. Федеральный закон РФ «Об обеспечении единства измерений».

Тема 1.2. Модель измерения, виды измерений. Погрешности измерений, погрешности по форме числового выражения, случайные систематические погрешности, грубые погрешности и промахи.

Содержание лабораторных занятий

Обработка результатов прямых, равноточных измерений.

Раздел.2. Погрешности измерений. Классификация погрешностей измерений.

Тема 2.1. Классификация погрешностей

Тема 2.2. Методы исключения погрешностей.

Содержание лабораторных занятий

Обработка результатов неравноточных измерений.

Раздел.3. Планирование эксперимента для построения математических моделей.

Тема 3.1. Основные направления планирования эксперимента в управление качеством



Тема 3.2. Выделение значимых факторов, определение необходимого количества измерений и отсеивание грубых погрешностей.

Содержание лабораторных занятий

Обработка результатов косвенных измерений.

Раздел.4. Особенности проведения полных факторных экспериментов. Факторы, факторное пространство, требования, предъявляемые к факторам.

Тема 4.1. Проверка статистических гипотез .

Тема 4.2. Гипотезы об адекватности модели в задаче регрессии (критерий Фишера) о значимости коэффициента регрессии ( критерий Стьюдента) и о виде закона распределения (критерий Пирсона)

Содержание лабораторных занятий

Полный факторный эксперимент. Статистическая обработка результатов.

Раздел.5. Дробно-факторное планирование. правила сокращения числа опытов.

Тема 5.1. Полу реплика. Построение матрицы планирования.

Тема 5.2. Четверть реплики. Построение матрицы планирования.

Содержание лабораторных занятий

Дробно-факторное планирование. Статистическая обработка результатов.

Раздел.6. Решение экстремальных задач. Ортогональное планирование второго порядка.

Тема 6.1. Матрица планирования для квадратичной модели

Тема 6.2. Нахождение экстремума функции

Содержание лабораторных занятий

Движение по вектор-градиенту: методы крутого восхождения и наискорейшего спуска

Раздел.7. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов

Тема 7.1. Нелинейный метод наименьших квадратов

Тема 7.2. Построение доверительных интервалов в случае нелинейной регрессии

Содержание лабораторных занятий

Экстремальные задачи. Симплекс- метод, методы Бокса- Уилсона и Гаусса- Зейделя.

Раздел.8. Планирование экспериментов с качественными факторами

Тема 8.1. Условная оптимизация.

Тема 8.2. Построение диаграмм состав - свойство

Содержание лабораторных занятий

Построение нелинейной модели для многофакторного эксперимента

Раздел.9. Обработка результатов экспериментов с качественными факторами.

Тема 9.1. Проверка статистических гипотез.

Тема 9.2. Гипотезы о равенстве математических ожиданий и дисперсий двух генеральных совокупностей.

Содержание лабораторных занятий

Обработки и представление результатов эксперимента с качественными факторами.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль № 1, рейтинг-контроль № 2, рейтинг-контроль № 3)

Рейтинг-контроль № 1

Вариант № 1

Вопрос 1. Теоретическая, законодательная, прикладная метрология.

Вопрос 2. Охарактеризуйте следующие виды измерений: равноточные, неравноточные, абсолютные, относительные.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) скорости  $V$ ; б) работы  $A$  ( $A=F \cdot l$ ); в) электрического напряжения  $U$  ( $U = P/I$ ).

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 10,45$  см;  $X_n = 25$  см: а)  $X_{и} = 10,35$  см; б)  $X_{и} = 10,5$  см; в)  $X_{и} = 10,15$  см.

Вопрос 5. Действительное значение равно 23178,12 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 100 г; б) 0,5 кг; в) 100 кг.

#### Вариант № 2

Вопрос 1. Физическая величина (размер, значение, единица)

Вопрос 2. Охарактеризуйте следующие виды измерений: прямые, косвенные, совместные, совокупные.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) момента инерции  $J$  ( $J=mr^2$ ); б) импульса силы  $I$  ( $I = Ft$ ); в) объема  $V$ .

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 20$  см;  $X_n = 50$  см: а)  $X_{и} = 20,55$  см; б)  $X_{и} = 20,15$  см; в)  $X_{и} = 19,15$  см.

Вопрос 5. Действительное значение равно 120,321 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 1 м; б) 1 см; в) 1 мм.

#### Вариант № 3

Вопрос 1. Система физических величин.

Вопрос 2. Охарактеризуйте следующие виды измерений: статические, динамические, однократные, многократные.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) количества движения  $p$  ( $p=mv$ ); б) момента силы  $M$  ( $M = r F$ ); в) мощности  $P$  ( $P=A/t$ )

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 20$  кг;  $X_n = 40$  кг: а)  $X_{и} = 20,05$  кг; б)  $X_{и} = 20,25$  кг; в)  $X_{и} = 18,00$  кг.

Вопрос 5. Действительное значение равно 20,2915 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 1 г.; б) 0,1 г.; в) 1 кг.

#### Вариант № 4

Вопрос 1. Измерение физической величины (схема измерения).

Вопрос 2. Охарактеризуйте следующие виды измерений: косвенные, динамические, неравноточные, относительные.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) количества теплоты  $Q$  ( $Q = A$  ( $A=Fl$ )); б) удельного количества теплоты  $q$  ( $q = Q/m$ ); в) поверхностной плотности электрического тока  $J$  ( $J = I/S$ ).

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 50$  кг;  $X_n = 100$  кг: а)  $X_{и} = 50,7$  кг; б)  $X_{и} = 49,25$  кг; в)  $X_{и} = 51,05$  кг.

Вопрос 5. Действительное значение равно 500959,1264 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 1000 кг; б) 1 кг; в) 1 г.

#### Вариант № 5

Вопрос 1. Истинное значение физической величины.

Вопрос 2. Охарактеризуйте следующие виды измерений: равноточные, совместные, статические, совокупные.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) электрического заряда  $q$  ( $q = I t$ ); б) ЭДС  $E$  ( $E = A/q$  ( $A=Fl$ )); в) линейной плотности электрического заряда  $\tau$  ( $\tau = q/l$ ).

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 15$  см;  $X_n = 30$  см: а)  $X_{и} = 15,55$  см; б)  $X_{и} = 14,15$  см; в)  $X_{и} = 15,15$  см.

Вопрос 5. Действительное значение равно 1987,35907 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 10 см; б) 10 мм; в) 10 м.

#### Вариант № 6

Вопрос 1. Методы измерения ФВ.

Вопрос 2. Дайте краткую характеристику случайным и систематически погрешностям.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) электрического сопротивления  $R$  ( $R=U/I$ ); б) электрической проводимости  $G$  ( $G = 1/R$ ); в) частоты  $f$ .

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 25$  кг;  $X_n = 50$  кг: а)  $X_n = 25,7$  кг; б)  $X_n = 25,25$  кг; в)  $X_n = 54,05$  кг.

Вопрос 5. Действительное значение равно 10,005513 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 1 мм; б) 10 мм; в) 3 м.

#### Вариант № 7

Вопрос 1. Рассеяние результатов в ряду измерений. Оценки рассеяния.

Вопрос 2. Дайте краткую характеристику субъективным погрешностям и грубым промахам.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) плотности  $\rho$  ( $\rho = m/V$ ); б) удельного объема  $V_0$  ( $V_0 = V/m$ ); в) времени  $t$ .

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности  $X_d = 5$  кг;  $X_n = 20$  кг: а)  $X_n = 5,4$  кг; б)  $X_n = 5,25$  кг; в)  $X_n = 4,15$  кг.

Вопрос 5. Действительное значение равно 11345,98765 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 100 кг; б) 30 кг; в) 10 г.

#### Вариант № 8

Вопрос 1. Систематическая погрешность.

Вопрос 2. Охарактеризуйте следующие виды измерений: косвенные, абсолютные, однократные, динамические.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) электрического заряда  $q$  ( $q = I t$ ); б) ЭДС  $E$  ( $E = A/q$  ( $A=Fl$ )); в) напряженности электрического поля  $E$  ( $E = E/\Delta l$ ).

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности для:  $X_d = 50$  В;  $X_n = 100$  В: а)  $X_n = 51,7$  В; б)  $X_n = 48,15$  В; в)  $X_n = 51,05$  В.

Вопрос 5. Действительное значение равно 1298,45638 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 8 м; б) 0,3 м; в) 0,11 см.

#### Вариант № 9

Вопрос 1. Основные характеристики качества измерений.

Вопрос 2. Абсолютная, относительная, приведенная погрешность.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) электрического сопротивления  $R$  ( $R=U/I$ ); б) количества теплоты  $Q$  ( $Q = A$  ( $A=Fl$ )); в) удельного количества теплоты  $q$  ( $q = Q/m$ ).

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 100$  м;  $X_n = 500$  м: а)  $X_n = 105,55$  см; б)  $X_n = 104,1$  см; в)  $X_n = 99,15$  см.

Вопрос 5. Действительное значение равно 10,0987555 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 0,5 кг; б) 0,15 кг; в) 12 г.

#### Вариант № 10

Вопрос 1. Абсолютная погрешность. Аддитивная и мультипликативная погрешность.

Вопрос 2. Основные характеристики качества измерений.

Вопрос 3. Составить уравнение размерности для: а) количества движения  $p$  ( $p=mv$ ); б) момента силы  $M$  ( $M = r F$ ); в) мощности  $P$  ( $P=A/t$ )

Вопрос 4. Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 30$  кг;  $X_n = 60$  кг: а)  $X_n = 30,7$  кг; б)  $X_n = 29,25$  кг; в)  $X_n = 31,05$  кг.

Вопрос 5. Действительное значение равно 1979,95901 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 15 см; б) 15 мм; в) 15 м.

## Рейтинг-контроль № 2

### Вариант № 1

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 5,5; 5,2; 5,0; 6,3; 6,5; 6,6; 5,1; 5,9; 6,1; 5,7; 4,9; 6,0

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами. каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,069; а межсерийная 0,2104

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,07; а межсерийная 0,3114

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  10,5; 10,1; 10,3; 10,2; 10,2; 10,0

2 группа  $\square$  10,5; 10,4; 10,6; 10,4; 10,7; 10,3

3 группа  $\square$  10,7; 10,7; 10,6; 10,8; 10,4; 10,1

4 группа  $\square$  10,9; 10,8; 10,8; 10,5; 10,9; 11,0

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

### Вариант № 2

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 10,8; 11,2; 10,5; 10,3; 10,9; 10,2; 11,4; 10,9; 10,1; 11,7; 10,0

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,075; а межсерийная 0,1903

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,05; а межсерийная 0,1981

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  11,2; 11,1; 11,3; 11,5; 11,5

2 группа  $\square$  11,7; 11,4; 11,6; 11,5; 11,7

3 группа  $\square$  11,7; 11,7; 11,3; 11,8; 11,4

4 группа  $\square$  11,9; 11,8; 11,9; 11,3; 11,9

5 группа  $\square$  11,6; 11,2; 11,1; 11,0; 10,9

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,90 и 0,999. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

### Вариант № 3

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 16,2; 15,2; 15,8; 15,9; 16,0; 15,2; 15,4; 15,9; 16,1; 15,7; 15,0

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,059; а межсерийная 0,1603

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,03; а межсерийная 0,3001

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  20,2; 20,5; 20,1; 20,1; 20,4; 19,8

2 группа  $\square$  20,7; 20,2; 20,2; 20,5; 20,7

3 группа  $\square$  20,7; 20,7; 20,3; 20,6; 20,6; 20,7

4 группа  $\square$  20,9; 20,8; 20,7; 20,7; 20,2

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,90 и 0,98. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### Вариант № 4

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 20,8; 20,9; 20,5; 19,4; 19,6; 20,2; 20,4; 19,9; 20,1; 19,7; 21,1; 21,5; 19,1

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,035; а межсерийная 0,0903

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,02; а межсерийная 0,2921

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  12,1; 12,1; 12,4; 12,5; 12,5

2 группа  $\square$  12,7; 12,4; 12,3; 12,5;

3 группа  $\square$  12,7; 12,6; 12,3; 12,5; 12,4

4 группа  $\square$  12,9; 12,8; 12,6; 12,9

5 группа  $\square$  12,1; 12,0; 12,4; 12,8; 12,3

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### Вариант № 5

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 13,9; 14,2; 14,3; 14,8; 14,3; 14,8; 13,5; 13,9; 14,1

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,113; а межсерийная 0,2873

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,07; а межсерийная 0,8791

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  17,2; 17,5; 17,2; 17,3

2 группа  $\square$  17,9; 17,6; 17,6; 17,5; 17,9; 17,3

3 группа  $\square$  17,6; 17,7; 17,5; 17,8; 17,4; 17,2; 17,9

4 группа  $\square$  17,9; 17,8; 17,9; 17,7; 17,8

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,90 и 0,999. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### Вариант № 6

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 18,9; 18,2; 18,3; 18,8; 19,3; 19,8; 18,5; 18,9; 18,1; 19,7; 20,1; 19,6; 20,2

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,105; а межсерийная 0,2678

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,03; а межсерийная 0,2345

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  7,2; 7,5; 7,5; 7,3; 7,5

2 группа  $\square$  7,9; 7,6; 7,6; 7,8; 7,9

3 группа  $\square$  7,6; 7,7; 7,3; 7,9; 7,4

4 группа  $\square$  7,9; 7,8; 7,9; 7,7; 7,6

5 группа  $\square$  7,6; 7,3; 7,0; 7,3; 7,7

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### Вариант № 7

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 28,9; 28,2; 28,4; 28,8; 29,3; 29,8; 28,1; 28,9; 28,1; 29,7; 28,0

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,105; а межсерийная 0,2987

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,201; а межсерийная 0,253

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  71,2; 71,5; 71,5; 71,3; 71,5; 70,1

2 группа  $\square$  71,8; 71,6; 71,6; 71,9

3 группа  $\square$  71,6; 71,7; 71,6; 71,9; 71,5; 70,9; 71,1

4 группа  $\square$  71,9; 71,8; 71,9; 71,7;

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,98 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### Вариант № 8

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 50,5; 50,2; 50,0; 51,1; 51,5; 51,6; 51,1; 51,9; 51,1; 51,9; 50,5; 50,2; 50,0;

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,105; а межсерийная 0,319

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,113; а межсерийная 0,376

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  19,5; 19,0; 19,3

2 группа  19,5; 19,8; 19,6; 19,4;

3 группа  19,7; 19,9; 19,6; 19,8; 19,6

4 группа  19,9; 19,8; 19,8; 19,7; 19,9; 20,2

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### Вариант № 9

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 54,6; 53,2; 53,7; 53,1; 53,6; 53,6; 54,1; 53,9; 53,4; 54,0

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,159; а межсерийная 0,521

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,09; а межсерийная 0,416

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  49,5; 49,6; 49,3; 49,9; 49,1; 49,3

2 группа  49,1; 49,8; 49,6; 49,1; 48,7

3 группа  49,7; 49,9; 49,6; 48,8; 49,0

4 группа  49,9; 49,6; 49,8; 49,7; 50,1

5 группа  49,3; 49,4; 49,0; 48,8; 49,0; 49,3

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,999. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### Вариант № 10

Вопрос 1. Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 90,6; 90,2; 89,7; 90,1; 89,6; 90,6; 91,1; 90,9; 89,4; 90,0; 89,1; 89,3

Вопрос 2. Было проведено 50 измерений параметра  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,039; а межсерийная 0,099

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,101; а межсерийная 0,211

Вопрос 3. Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  9,3; 9,4; 9,3; 9,9;

2 группа  9,2; 9,8; 9,6; 9,1; 8,7; 8,4

3 группа  9,7; 9,5; 9,6; 8,8; 9,0; 9,1; 9,3

4 группа  9,8; 9,6; 9,8; 9,9; 10,1

Вопрос 4. Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

Вопрос 5. Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,98 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

### Рейтинг-контроль № 3

Чему равен эффект фактора ?

- а) значению коэффициента;
- б) удвоенному значению коэффициента;
- в) среднему значению коэффициента;
- г) среднему значению коэффициента при всех  $X_i=0$ .

От каких из перечисленных ниже параметров зависит число опытов?

- а) от вида математической модели;
- б) от значимости исследуемых факторов;
- в) от числа факторов, оказывающих влияние на функцию отклика;
- г) от условий проведения опытов;
- д) от исследуемого процесса.

Какие из перечисленных ниже положений связаны с основным уровнем?

- а) исходная точка для построения эксперимента;
- б) оптимальное значение фактора;
- в) среднее значение фактора;
- г) параметр, выбирающийся из области значений фактора.

Укажите основные положения математической теории планирования эксперимента?

- а) выбор стратегии для принятия обоснованных решений после серии опытов;
- б) создание факторного пространства;
- в) минимизация числа опытов;
- г) использование математического аппарата;
- д) одновременной изменение всех параметров в соответствии с установленным алгоритмом..

Что означает выражение совместность факторов?

- а) все комбинации факторов осуществимы;
- б) факторы должны быть управляемыми;
- в) факторы должны быть независимыми;
- г) все комбинации факторов безопасны.

Основная цель оптимизационных задач?

- а) определение оптимальной математической модели;
- б) определение оптимального значения степени влияния факторов на функцию отклика;



- в) определение координат экстремальной точки;
- г) определение адекватной математической модели.

Независимость факторов означает:

- а) возможность установки факторов на любом уровне;
- б) отсутствие корреляции между факторами;
- в) все комбинации факторов осуществимы и безопасны;
- г) уровни факторов должны быть симметричны относительно центра плана.

Основные направления математической теории планирования эксперимента?

- а) планирование задач с выявлением механизма явления;
- б) планирование факторного пространства;
- в) планирование экстремальных экспериментов;
- г) планирование главных экспериментов.

Виды параметров оптимизации?

- а) экономические;
- б) статистические;
- в) технические;
- г) производственные;
- д) технико-экономические;
- е) технико-технологические;
- ж) технико-статистические.

Какое соотношение называется генерирующим:

- а) соотношение, показывающие с каким из эффектов не взаимодействует данный эффект;
- б) соотношение, показывающие совокупностью уровней факторов;
- в) соотношение, показывающие максимальное значением фактора;
- г) соотношение, показывающие с каким из эффектов смешан данный эффект.

Чем определяется разрешающая способность реплики?

- а) общим числом факторов в эксперименте;
- б) числом факторов в определяющем контрасте;
- в) совместными оценками факторов.

Что такое управляемость факторов?

- а) фактор является функцией другого фактора;
- б) возможность поддержание фактора на постоянном уровне в течение всего опыта;
- в) установка факторов на любом уровне, вне зависимости от других.

Что означает понятие ортогональность матрицы планирования?

- а) сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов;
- б) сумма почленных произведений двух вектор столбцов матрицы равна нулю;
- в) сумма элементов вектор столбца равна нулю;
- г) сумма элементов вектор столбца равна числу опытов;
- д) сумма почленных произведений двух вектор столбцов матрицы равна числу опытов.

Какие из перечисленных ниже требований предъявляются к параметру оптимизации?

- а) параметр оптимизации должен быть универсальным;
- б) параметр оптимизации определяет описание эксперимента;
- в) параметр оптимизации формирует основные задачи эксперимента;
- г) параметр оптимизации должен задаваться числом;
- д) параметр оптимизации должен быть значимым;
- е) параметр оптимизации должен быть однозначным в статистическом смысле;
- ж) параметр оптимизации должен оказывать влияние на функцию отклика;
- з) параметр оптимизации должен иметь физическую связь с дисперсией неадекватности;
- и) параметр оптимизации должен иметь физический смысл;
- к) параметр оптимизации определяет границы изменения факторов.

Чему равно число циклов при расчете коэффициентов уравнения регрессии по методу Йетса ?

- а) число циклов равно числу факторов, участвующих в эксперименте;
- б) число циклов равно числу опытов;
- в) число циклов равно числу коэффициентов уравнения регрессии;
- г) число циклов равно степени полинома математической модели.

В математическую модель при планировании эксперимента включают:

- а) уравнение регрессии;
- б) вид планирования;
- в) факторное пространство;
- г) ограничения, накладываемые на изменения варьируемых порядков.

Коэффициент  $b_i$  в математической модели, полученной после проведения эксперимента показывает:

- а) фактическое значение  $i$ -го фактора;
- б) значение фиктивной переменной для  $i$ -го фактора;
- в) функцию отклика для  $i$ -го фактора;
- г) степень влияния  $i$ -го фактора на функцию отклика

Если на функцию отклика оказывает влияние значительное число факторов, то необходимо:

- а) оценить значения значащих факторов;
- б) выбрать центральную точку план эксперимента;
- в) произвести эксперимент со всеми факторами;
- г) произвести отсев всех незначащих факторов.

Как определяется алгоритм проведения опытов?

- а) экспериментатором на основе априорной информации;
- б) матрицей планирования;
- в) с помощью рандомизации;
- г) произвольно;
- д) методом бальной оценки;
- е) методом случайного баланса.

## **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)**

Перечень вопросов к экзамену:

1. Государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений.
2. Метрологические службы физических и юридических лиц.
3. Физическая величина. Классификация величин. Системы физических величин.
4. Измерение. Виды измерений. Модель измерения.
5. Классификация измерений.
6. Основные характеристики качества измерения.
7. Классификация погрешностей измерения.
8. Случайные погрешности.
9. Вероятностное описание случайных погрешностей.
10. Энтропийное значение погрешности.
11. Систематические погрешности.
12. Способы исключения систематических составляющих погрешности.
13. Статистические методы обнаружения систематических составляющих.
14. Аддитивные и мультипликативные составляющие погрешности.
15. Правила округления результатов измерений.
16. Трапецеидальные законы распределения.
17. Экспоненциальные законы распределения.
18. Двухмодальные законы распределения.
19. Семейство распределения Стьюдента.
20. Распределение Пуассона.
21. Точечные оценки законов распределения.
22. Показатели среднего уровня вариационного ряда.
23. Доверительная вероятность и доверительный интервал.
24. Грубые погрешности и промахи. Методы их исключения.
25. Обработка результатов прямых равноточных измерений.
26. Критерии согласия.
27. Обработка результатов неравноточных измерений.
28. Однократные измерения. Методика обработки однократных измерений.
29. Косвенные измерения.
30. Суммирование систематических погрешностей.

31. Суммирование случайных погрешностей.
32. Суммирование систематических и случайных погрешностей.
33. Метрологические характеристики СИ принципы выбора и нормирования.
34. Класс точности СИ.
35. Поверка и калибровка.
36. Межповерочный и межкалибровочный интервал, их виды и пути выбора.
37. Федеральный закон РФ «Об обеспечении единства измерений».
38. Контрольные карты. Обработка и представление результатов измерений.
39. История появления планирования эксперимента.
40. Общие сведения о математической теории планирования эксперимента. Научный и промышленный эксперимент.
41. Основные положения математической теории планирования эксперимента.
42. Этапы проведения и анализа эксперимента.
43. Факторное пространство. Требования, предъявляемые к факторам.
44. Факторное пространство. Требования, предъявляемые к совокупности факторов.
45. Математическая модель объекта исследования (черный ящик, функция отклика).
46. Полный факторный эксперимент. Основной уровень, шаг варьирования, матрица планирования.
47. Полуреплика. Определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.
48. Определение области экстремума. Движение по вектор-градиенту.
49. Ортогональное планирование 2-го порядка. Корректирование квадратичных переменных. Расчет коэффициентов.
50. Определение координат экстремальной точки.
51. Планирование эксперимента с качественными факторами.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

Примерные вопросы и задания для контроля самостоятельной работы:

1. Основные положения теории измерений.
2. Взаимосвязь понятий измерения и числа
3. Физические величины и их единицы
4. Классификация ошибок
5. Основы теории ошибок
6. Сглаживание экспериментальных зависимостей
7. Методы оценки числа измерений
8. Статистическая проверка гипотез
9. Определение вида закона распределения значений измеряемой величины
10. Измерительные устройства, их основные характеристики.
11. Статистические методы анализа и обработки экспериментальных данных.
12. Ошибки эксперимента.
13. Планы типа «латинский квадрат» и «греко-латинский квадрат».
14. Способы поиска оптимума функции отклика.
15. Методы определения экстремума.
16. Современное состояние проблемы моделирования в науке и технике.
17. Основные принципы организации эксперимента.
18. Эксперимент как один из ряда других методов опробования теории опытными данными.
19. Основные отличия методов экспериментирования и наблюдения при проверке научных гипотез.
20. Обобщение как цель любого эксперимента. Виды обобщений (для экспериментов с научными и практическими целями).
21. Ошибки исследователя при проведении эксперимента.

22. Общие законы и формы познания мира
23. Проверка адекватности регрессионных моделей
24. Методика проведения эксперимента для многофакторного регрессионного анализа без учета взаимодействия факторов.
25. Методика проведения эксперимента для многофакторного регрессионного анализа с взаимодействием факторов.
26. Построение нелинейных регрессионных моделей.
27. Оптимизационный эксперимент- основные понятия.
28. Этапы решения оптимизационной задачи.
29. Методы однофакторного поиска.
30. Этапы многофакторного поиска

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Белокопытов, В. И. Организация, планирование и обработка результатов эксперимента : учебное пособие / В. И. Белокопытов. — Красноярск : СФУ, 2020. — 132 с. — ISBN 978-5-7638-4297-5. —	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/181612">https://e.lanbook.com/book/181612</a>
2. Пухаренко, Ю. В. Статистическая обработка результатов измерений : учебное пособие для вузов / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-7274-1. —	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/173061">https://e.lanbook.com/book/173061</a>
3. Планирование, организация, проведение эксперимента и патентоведение : учебное пособие / Т. В. Рязанова, Н. Ю. Демиденко, И. С. Почекутов, О. Н. Еременко. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 88 с.	2019	<a href="https://e.lanbook.com/book/147489">https://e.lanbook.com/book/147489</a>
Дополнительная литература		
1 Ларин, М. В. Информационное обеспечение управления : учебное пособие / М. В. Ларин. - 2-е изд. - Москва : Рос. гос. гуманитарн. ун-т, 2019. - 281 с. - ISBN 978-5-7281-2329-3. - Текст : электронный. - URL: (дата обращения: 20.09.2021). – Режим доступа: по подписке.	2019	<a href="https://znanium.com/catalog/product/108756">https://znanium.com/catalog/product/108756</a> 2
2. Семенов С.С., Воронов Е.М., Полтавский А.В., Крянев А.В. Методы и модели принятия решений в задачах оценки качества и технического уровня сложных технических систем. 3-е изд. М.: URSS, 2020. – 516 с. ISBN/ISSN: 978-5-9710-6335-3	2020	<a href="https://www.ipu.ru/en/taxonomy/term/4583?page=197">https://www.ipu.ru/en/taxonomy/term/4583?page=197</a>

### 6.2. Периодические издания

1. Ежемесячный теоретический и прикладной научно-технический журнал "Информационные технологии" <http://www.novtex.ru/IT>

2. Журнал «Стандарты и качество». Издательство: Общество с ограниченной ответственностью Рекламно-информационное агентство. Стандарты и качество. ISSN 0038-9692.
3. Ежемесячный теоретический и прикладной научно-технический журнал "МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ" <http://novtex.ru/mech>
4. Журнал "Что нового в науке и технике" Сайт журнала: <http://www.chtonovogo.ru>. Издательство: ИД Nexion Publishing. Периодичность: ежемесячно.
5. Журнал "Наука и жизнь" Сайт журнала: <http://www.nkj.ru>. Издательство: АНО Редакция журнала "Наука и жизнь" Периодичность: ежемесячно
6. Журнал "Знание-сила" Сайт журнала: [www.znanie-sila.ru](http://www.znanie-sila.ru). Периодичность: ежемесячно.

### **6.3. Интернет-ресурсы**

1. <http://www.novtex.ru/> IT журнал "Информационные технологии"
2. <http://novtex.ru/mech> журнал "МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ"
3. <http://www.vkit.ru/>. "Вестник компьютерных и информационных технологий"
4. <http://www.stq.ru/> Редакционно-информационное агентство «Стандарты и качество». Средство массовой информации, посвященное проблемам в области стандартизации и качества в разных отраслях промышленности.
5. Электронная библиотечная система ВлГУ. – URL: <http://library.vlsu.ru/>
6. Библиографическая и реферативная база данных научных публикаций Scopus. – URL: <http://www.scopus.com/>
7. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science. – URL: [webofscience.com](http://www.webofscience.com)

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

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы: аудитории, оснащенные мультимедиа оборудованием, компьютерные классы с доступом в интернет, аудитории без специального оборудования.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: пакет MS-Office, Microsoft Windows, 7-Zip, AcrobatReader; СПС «Консультант Плюс» (инсталлированный ресурс ВлГУ).

Рабочую программу составил И.И. к.т.н., доцент кафедры УКТР Касаткина Э.Ф.  
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя) Зам. директора АНО "УНИЦ" В.Ф. Нуждин  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УКТР

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой Ю.А. к.т.н., доцент кафедры УКТР Орлов Ю.А.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 27.03.02 «Управление качеством»

Протокол № 1 от 30.08.21 года

Председатель комиссии Орлов Ю.А. к.т.н., доц., зав. каф. Ю.А.  
(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 11 от 30.08.2022 года  
Заведующий кафедрой УКТР [подпись]

Ю.А. Орлов

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_