Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Обработка результатов экспериментальных исследований

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 26-02-2026 08:51:44 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– подготовка выпускников к профессиональной деятельности по направленности (профилю) "Промышленная электроника" в рамках направления 11.03.04 - "Электроника и наноэлектроника";

– формирование у обучающихся компетенций, необходимых для успешного решения задач их профессиональной деятельности.

Задачами учебной дисциплины являются:

– приобретение основ знаний и умений проведения исследования электронных устройств с использованием современных технологий.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;

– Информатика;

– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Основы мехатроники и робототехники;

– Моделирование электронных устройств;

– Радиотехнические цепи и сигналы;

– Научно-исследовательская работа.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Исследовательская деятельность	ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные	ОПК-2.1 Рассматривает возможные варианты решения	– знать: возможные варианты решения задачи исследования.

	исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	задачи исследования, оценивая их достоинства и недостатки	– уметь: выбирать оптимальные варианты решения задачи исследования оценивая их достоинства и недостатки.
		ОПК-2.2 Самостоятельно проводит экспериментальные исследования и использует основные приемы обработки и представления полученных данных	– знать: методы проведения экспериментальных ис-следований. – уметь: использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.
		ОПК-2.3 Проверяет соответствие результатов моделирования поставленным задачам	– знать: принципы соответствия результатов модели-рования постав-ленным задачам. – уметь: проверять соответствие результатов моделирования постав-ленным задачам.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения	– знать: методы анализа и обработки экспериментальных данных. – уметь: применять методы анализа и обработки экспериментальных данных.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***87***	*87*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Методы анализа и об-работки экспериментальных данных (Прямые и косвенные измерения. Виды погрешностей);

Раздел 2 Отыскание параметров эмпирических формул и сглаживание (Методы первичной и вторичной обработки экспериментальных дан-ных. Статистический анализ. Сглаживание последовательности экспериментальных данных);

Раздел 3 Основы планирования эксперимента (Виды экспериментов. Активный эксперимент. Пассивный эксперимент. Однофакторный эксперимент. Многофакторный эксперимент. Проверка модели на адекватность).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме**

			практической подготовки
Раздел 1.	Методы анализа и обработки экспериментальных данных	4	
Раздел 2.	Отыскание параметров эмпирических формул и сглаживание	6	
Раздел 3.	Основы планирования эксперимента	6	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Методы анализа и обработки экспериментальных данных	10	
Раздел 2.	Отыскание параметров эмпирических формул и сглаживание	12	
Раздел 3.	Основы планирования эксперимента	10	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме

			практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	27	
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	30	
Раздел 3.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	30	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**96**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-2; УК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-2; УК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-2; УК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Зачет.	ОПК-2;	1. Вопросы к зачету;

	УК-1	2. Зачет на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 10 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
10	не менее 8	отлично
7	не менее 6	хорошо
5	не менее 14	удовлетворительно
3	–	неудовлетворительно

12.2.2 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным

планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету; зачет на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
зачтено	Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по учебной дисциплине.
не зачтено	Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Тазиева, Р. Ф. Обработка экспериментальных данных : учебное пособие / Р.Ф. Тазиева, А.Н. Титов. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 136 с. – ISBN 978-5-7882-2262-2 (Ч. 2). - ISBN 978-5-7882-2260-8. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612867 (дата обращения: 05.02.2026);

2 Сандуляк, Д. А. Анализ и обработка экспериментальных данных : учебно-методическое пособие / Д.А. Сандуляк, М.Н. Полисмакова. – Москва : РТУ МИРЭА, 2023. – 64 с. – ISBN 978-5-7339-1902-7. – URL: https://e.lanbook.com/book/382541 (дата обращения: 05.02.2026);

3 Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных : учебное пособие для спо / Б.Б. Мойзес, И.В. Плотникова, Л.А. Редько. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2023.

– 118 с. – ISBN 978-5-534-12574-0. – URL: https://urait.ru/bcode/518433 (дата обращения: 05.02.2026);

4 Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных : учебное пособие для вузов / Б.Б. Мойзес, И.В. Плотникова, Л.А. Редько. – 2-е изд. – Москва : Юрайт, 2022. – 118 с. – ISBN 978-5-534-11906-0. – URL: https://urait.ru/bcode/495895 (дата обращения: 05.02.2026);

5 Далингер, В. А. Теория вероятностей и математическая статистика с применением Mathcad : учебник и практикум для вузов / В.А. Далингер, С.Д. Симонженков, Б.С. Галюкшов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 145 с. – ISBN 978-5-534-10080-8. – URL: https://urait.ru/bcode/537761 (дата обращения: 05.02.2026);

6 Далингер, В. А. Комплексный анализ : учебное пособие для вузов / В.А. Далингер, С.Д. Симонженков. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 143 с. – ISBN 978-5-534-08399-6. – URL: https://urait.ru/bcode/539459 (дата обращения: 05.02.2026);

7 Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 495 с. – ISBN 978-5-534-05070-7. – URL: https://urait.ru/bcode/535457 (дата обращения: 05.02.2026).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL:

https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную 20 компьютерами и интерактивной доской (перечислить оборудование и технические средства обучения);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Составитель(и):

старший преподаватель Богдановская Татьяна Вениаминовна (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1. Носителем электрического заряда может являться
а) электрон;
б) протон:
в) нейтрон;
г) ион;
д) дырка.

2. Единицей измерения электрического заряда является
а) браслет;
б) кулон;
в) ожерелье;
г) амулет.

3. Единицей измерения электрической проводимости служит
а) Вольт;
б) Сименс;
в) Ампер;
г) Ом.

4. Прибор, предназначенный для измерения силы тока в цепи, называется
а) вольтметром;
б) амперметром;
в) ваттметром;
г) омметром.

5. Как изменится сопротивление проводника, если его длину и диаметр увеличить в два раза
а) не изменится;
б) уменьшится в два раза;
в) увеличится в два раза.

6. Какое поле возникает вокруг движущихся электрических зарядов
а) магнитное;
б) электрическое;
в) электромагнитное.

7. Как включаются в электрическую цепь амперметр и вольтметр

а) амперметр последовательно с нагрузкой, вольтметр параллельно нагрузке;

б) амперметр и вольтметр последовательно с нагрузкой;

в) амперметр и вольтметр параллельно нагрузке.

8. Уравнение равновесия электрического моста

а) R1*R4=R2*R3;

б) R1+R4=R2+R3;

в) R1-R4=R2-R3.

9. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} x - 2y = 8 \\ 2x + y = 1 \end{cases}$$

а) (2;3);

б) (2; -3);

в) (3;2).

10. Программное обеспечение – это:

а) совокупность программ, программной документации и средств программирования;

б) совокупность документов, обеспечивающих пользователя всей необходимой информацией о назначении, правилах и условиях применения программ;

в) совокупность языков программирования и программных средств, используемых для создания программ.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Обработка результатов прямых и косвенных измерений

1 Оценивание ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

1. Что подразумевается под термином "измерение", "единица физической величины", "результат измерения", "погрешность измерения"?

2. Какие основные единицы измерения Международной системы единиц (СИ)?

3. Какие виды измерений вы знаете? Приведите примеры.

4. Что такое погрешность измерения? Каков виды погрешностей?

5. Каковы причины возникновения погрешностей, обнаружение и устранение?

6. Как определяется дисперсия среднего арифметического?

7. Как определить границы доверительного интервала?

8. Как рассчитать погрешность косвенных измерений?

9. Каковы правила округления результата измерений?

10. Как можно представить результат измерений?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Угловая скорость электродвигателя составляет 1400 оборотов в минуту. Перевести в единицы измерения системы СИ_____.

2. Назовите приведенные значения физических величин, используя кратные и дольные приставки: $5{,}3\cdot10^{13}$*Ом,* $10{,}4\cdot10^{13}$*Гц,* $2{,}56\cdot10^{7}$*Па*.

3. Во многих странах Европы температура измеряется по шкале Фаренгейта. Если в Париже 68°F, а в Москве 20°C, то где теплее?

4. Определить в единицах СИ среднюю скорость (V) объекта, если за время t = 500 мс им пройдено расстояние S = 10 см.

5. Определить приведенную погрешность амперметра, если его диапазон измерений от -5 А до+5 А, значение поверяемой отметки шкалы равно 3 А, а действительное значение измеряемой величины – 2,98 А.

6. Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 В до 150 В равны 51,5 В. Показания образцового вольтметра, включенного параллельно с первым – 50,0 В. Определить относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

7. Истинной погрешностью называют:

а) погрешность измерительного прибора;

б) наибольшую погрешность;

в) разность между результатом измерения и истинным значением определяемой величины;

г) среднюю погрешность при многократных измерениях.

8. Наиболее предпочтительным критерием оценки точности является:

а) средняя погрешность;

б) вероятная погрешность;

в) предельная погрешность;

г) средняя квадратическая погрешность.

9. Вероятная погрешность – это:

а) значение случайной погрешности, по отношению к которой одинаково возможна погрешность как больше этого значения, так и меньше по абсолютному значению;

б) постоянно действующая погрешность;

в) предельное значение погрешности;

г) разница между наибольшим и наименьшим результатами измерений.

10. Косвенные измерения – это такие измерения, при которых:

а) применяется метод наиболее быстрого определения измеряемой величины;

б) искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других физических величин, связанных с искомой известной функциональной зависимостью;

в) искомое значение физической величины определяют путем сравнения с мерой этой величины;

г) искомое значение величины определяют по результатам измерений нескольких физических величин;

д) все перечисленное верно.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Методы измерения погрешностей»

Задание 1

1. Число x, все цифры которого верны в строгом смысле, округлите до трех значащих цифр. Для полученного числа $x_1 \approx x$ найдите предельную абсолютную и предельную относительную погрешности. В записи числа x_1 укажите количество верных цифр (в узком и широком смысле).

Задание 2

1. Вычислите с помощью микрокалькулятора значение величины *z* при заданных значениях параметров *a*, *b* и *c*, используя «ручные» расчетные таблицы для пошаговой регистрации результатов вычислений, тремя способами:

1) по правилам подсчета цифр;

2) по методу строгого учета границ абсолютных погрешностей;

3) по способу границ.

Задание 3

Сравните полученные результаты между собой, прокомментируйте различие методов вычислений и смысл полученных числовых значений. Исходные данные в таблице 1.4 (25 вариантов).

Таблица 1.4 – Варианты индивидуальных заданий

№	x	Z	a	b	c
1	0,068 147	$\frac{(b-c)^2}{2a+b}$	1,105	6,453	3,54
2	0,121 38	$\frac{lnb-a}{a^2+12c}$	0,9319	15,347	0,409
3	7,321 47	$\frac{\ln(b+c)}{b-ac}$	0,2399	4,893	1,172
4	0,007 275	$\frac{(a-c)^2}{\sqrt{a}+3b}$	11,437	0,609 37	8,67081
5	45,548	$\frac{a-bc}{lna+3b}$	10,589	0,5894	0,125

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Прямые и косвенные измерения»

Задание 1.

1. Производятся прямые измерения. Необходимо записать среднюю величину с погрешностью.

Длины подвеса пружинного маятника линейкой с ценой деления 1 мм получено:

L, см	50,1	50,0	50,0	50,1	50,0

ад

ание 2.

1. Производятся косвенные измерения. Вычислить погрешность косвенных измерений и записать результат с погрешностью.

Момента инерции полого кольца с внутреннего диаметром D_{in}, внешним диаметром D_{ex} и массой m: $I = \frac{m}{8}(D_{ex}^2 + D_{in}^2)$

D_{in}, мм	50,2	50,3	50,1	50,2	50,4	θ_{Din}=0,05 мм
D_{ex}, мм	25,2	25,1	25,0	24,9	25,4	θ_{Dex}=0,05 мм
m, г	1832	1831	1833	1832	1834	θ_m=0,5 г

Раздел 2. Отыскание параметров эмпирически формул и сглаживание

1 Оценивание ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

1. Какие расчетные формулы среднего арифметического результатов измерений, выборочной дисперсии применяются при бесконечно большом и конечном числе измерений?
2. В чем заключаются методы первичной обработки данных?
3. В чем заключается количественная обработка данных?
4. В чем заключается качественная обработка данных?
5. На какие вопросы отвечает статистический анализ?
6. В чем заключатся интерполяция?
7. В чем заключатся аппроксимация?
8. В чем заключатся экстраполяция?
9. В чем заключается задача аналитического описания экспериментальной зависимости?
10. В чем заключается сглаживание эмпирических данных?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Эксперимент является….

а) важнейшим средством получения знаний

б) критерием оценки обоснованности принятия решений

в) средством для проведения исследований

г) критерием оценки проведенных исследований

2. Переменная, значение которой пропорционально времени, прошедшего с момента предыдущего наблюдения - это:

а) переменная интенсивности;

б) переменная инерции;

в) переменная состояния.

3. Задача интерполяции *f*(*x*) состоит в выборе функции *g*(*x*), которая:

а) отклонялась бы от *f*(*x*) в точках x_i не более , чем на некоторое заданное число;

б) была бы непрерывна на некотором заданном отрезке и принимала бы значения *f*(*x*) точках $x_i,\ i = 1,2,...n$;

в) принимала бы значения *f*(*x*) точках $x_i, i = 1,2,...n$;

г) была бы непрерывна на некотором заданном отрезке и принимала бы значения *f*(*x*) точках $x_i, i = 1,2,...n$ с некоторой заданной точностью.

4. Узлы интерполяции это:

а) значение функции *y* = *f*(*x*) в некоторых точках $x_i, i = 1,2,...n$;

б) значения аргументов x_i, для которых известны значения интерполируемой функции $f(x_i)$;

в) любое значение x_i, *i* =1, 2, … *n*, из области определения *f*(*x*);

г) фактор x_i, *i* =1, 2, … *n* исследуемых явлений *y* = *f*(*x*);

д) промежуточные значения *y* = *f*(*x*);

5. Геометрически задача интерполяции означает:

а) построение кривой, проходящей через заданное множество точек (x_i, y_i), *i* =1, 2, … *n*;

б) построение интервала, в котором определена заданная функция;

в) построение прямой, проходящей через узлы интерполяции x_i, i=1, 2, … *n*;

г) построение множества кривых проходящих через заданное множество точек (x_i, y_i), *i* =1, 2, …, *n*;

6. Установите принадлежность понятий к соответствующему определению Экстраполяция

а) таблица функций;

б) искомые промежуточные значения функции; x_i принадлежат некоторому заданному отрезку [*a*, *b*];

в) поиск промежуточных значений;

г) узлы интерполяции;

д) искомые промежуточные значения функции x_i не принадлежат некоторому заданному отрезку [*a*, *b*]

е) замена функции другой, близкой к исходной.

7. Установите принадлежность понятий к соответствующему определению Интерполяция

А) таблица функций;

Б) искомые промежуточные значения функции; x_i принадлежат некоторому заданному отрезку [*a*, *b*];

В) поиск промежуточных значений;

Г) узлы интерполяции;

Д) искомые промежуточные значения функции x_i не принадлежат некоторому заданному отрезку [*a*, *b*];

Е) замена функции другой, близкой к исходной.

8. Дополните

Нахождение коэффициентов интерполирующего полинома называется ..... опытных точек.

9. Какой класс приближающих функции чаще всего применяют при интерполировании?

б) полиномиальные функции, коэффициенты которых зависят от координат и значений функции в узлах;

в) тригонометрические функции, имеющие отношение к рядам Фурье;

д) логарифмические функции.

10. Какова суть метода наименьших квадратов?

а) искомая функция должна быть построена так, чтобы сумма квадратов отклонений игрек-координат всех экспериментальных точек от игрек-координат графика функции была минимальной;

б) искомая функция должна быть построена так, чтобы сумма квадратов отклонений икс-координат всех экспериментальных точек от икс-координат графика функции была минимальной;

в) искомая функция должна быть построена так, чтобы сумма кубов отклонений игрек-координат всех экспериментальных точек от игрек-координат графика функции была минимальной.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Отыскание эмпирических параметров формул и сглаживание данных»

Задание 1

1. Вычислить значение арифметического выражения (таблица 1) в MathCad. Результат выведите с 6 знаками после запятой, используя команду меню Формат→Результат в диалоговом окне.

Таблица 1 – Варианты задания

№ варианта	Значение переменных	Выражение
1	$x = 3.981$ $y = 1.625$ $c = 0.512$	$h = \frac{\sqrt{c + x^2 \cdot (\cos^5(x) - c)} + \sqrt[5]{\sin x + \ln y}}{c + y}$

Задание 2

1. Задать функцию f(x) (таблица2), вычислить ее значение при x = 2,9 и построить таблицу значений функции для x [2; 12] с шагом 1. Построить график функции.

Таблица 2 – Варианты задания

№ варианта	Функция	№ варианта	Функция
1	$\frac{8(x-1)}{(x+2)^2}$	16	$(2x+4)e^{2(x+2)}$

Задание 3

1. Уплотнить линейной и сплайновой интерполяцией данные Вашего варианта (таблица 3), вычислив дополнительные значения в каждом промежутке при среднем и произвольном значениях *x*.

Построить демонстрационные графики.

Задание 4

1. По данным таблицы 3 построить график в соответствии с примером – провести регрессию методом наименьших квадратов не менее трёх гипотез предполагаемых видов зависимости.

Среди предполагаемых зависимостей выбрать наилучшую.

Таблица 3 – Варианты экспериментальных данных

№ вар.	i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	x	-1,00	-0,80	-0,60	-0,40	-0,20	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80
	y	0,81	0,97	1,17	1,40	1,67	2,00	2,39	2,87	3,43	4,11

Задание 5

1. По данным таблицы 3 построить график в соответствии с примером – провести аппроксимацию методом наименьших квадратов не менее трёх гипотез предполагаемых видов зависимости.

Среди предполагаемых зависимостей выбрать наилучшую.

Задание 6

1. По данным таблицы 3 построить график в соответствии с примером – провести сглаживание методом скользящего среднего.

По виду графика сделать вывод.

Таблица 3 содержит 30 вариантов индивидуальных заданий.

Раздел 3 Основы планирования эксперимента

1 Оценивание ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Перечень вопросов для устного (письменного) опроса:

1. Какие виды экспериментов вы знаете? Их отличия.
2. Каковы задачи теории планирования активных экспериментов?
3. Что такое факторное пространство и уровни факторов?
4. Что такое функция отклика и ее поверхность?
5. Виды планирования при проведении активных экспериментов?
6. В чем заключается проверка воспроизводимости результатов эксперимента?
7. На какой идее основана оценка статистической значимости коэффициента регрессии?
8. Что означает понятие адекватности математической модели?
9. В чем заключается проверка адекватности математической модели и какой метод для этого используется?
10. Каковы основные этапы обработки результатов эксперимента?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в

рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Как называется процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью?

а) методика;
б) методология;
в) планирование эксперимента;
г) программа.

2. Как называется чисто экспериментальная процедура, проводимая с целью выявления из априорного множества факторов тех, которые оказывают наибольшее влияние на выходной параметр объекта исследований?

а) метод априорного ранжирования;
б) отсеивающий последовательный эксперимент;
в) метод случайного баланса;
г) метод эволюционного планирования.

3. Что такое сверхнасыщенные экспериментальные планы?

а) когда число опытов равно числу факторов;
б) когда число опытов меньше числа факторов;
в) когда число опытов больше числа факторов;
г) число степеней свободы положительно.

4. Что такое разрешающая способность экспериментального плана?

а) способность видеть отличные от нуля коэффициенты регрессии;
б) возможность выделять главные эффекты;
в) возможность выделять смешанные взаимодействия;
г) способность минимизировать дисперсию выхода.

5. Каково основное методическое требование при проведении классического однофакторного эксперимента?

а) многократное повторение каждого эксперимента;
б) фиксирование на определенном уровне всех факторов, кроме исследуемого;
в) использование метода наименьших квадратов;
г) линеаризация нелинейной зависимости.

6. В чем состоит назначение рандомизации перемешивания всех опытов по закону случайных чисел?

а) получение независимой оценки выхода;
б) возможность воспроизводимости эксперимента;

в) перевод систематической в случайную;
г) смешение дисперсии выхода.

7. Что такое гиперповерхность отклика?
а) геометрическая интерпретация выхода двухфакторного эксперимента;
б) геометрическое место точек при числе переменных равных двум;
в) геометрическое место точек при числе переменных больше двух;
г) графическое изображение двухфакторной модели, при наличии смешанных взаимодействий.

8. Что такое матрица планирования эксперимента?
а) таблица, обеспечивающая рандомизацию экспериментальных исследований;
б) таблица, задающая общее число экспериментов;
в) таблица, задающая последовательность проведения отдельных экспериментов;
г) таблица, включающая условия проведения отдельных экспериментов.

9. Каков результат многофакторных экспериментов, реализованных для решения интерполяционной задачи в диапазоне варьирования факторов?
а) оптимизация выхода;
б) регистрационная модель;
в) нахождение максимума поверхности отклика;
г) нахождение оптимума поверхности отклика.

10. Что такое полный факторный эксперимент?
а) эксперимент, имеющий два уровня варьирования факторов;
б) эксперимент, имеющий три уровня варьирования факторов;
в) эксперимент, когда выполняются все возможные сочетания уровней факторов;
г) эксперимент, в модели которого имеются смешанные взаимодействия.

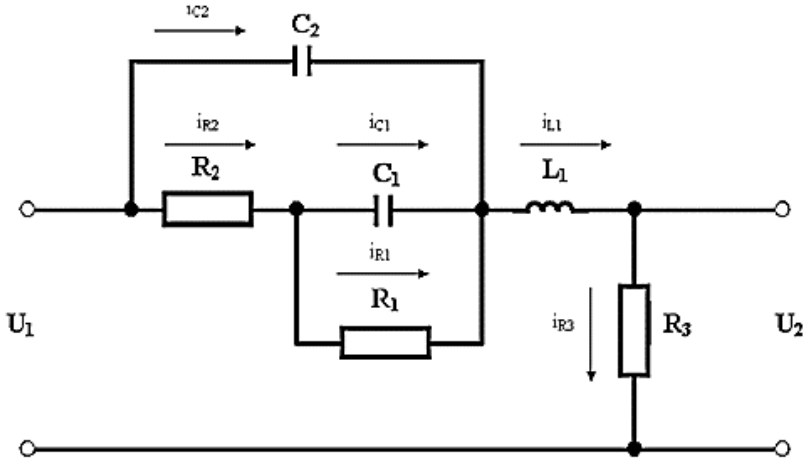
3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры индивидуальных заданий к практической работе «Основы планирования эксперимента»

Задание 1

1. Разработать визуальную модель, позволяющую вычислять время переходного процесса и величину перерегулирования для заданной динамической системы, отображать полученный результат на графике и получать результаты реакции динамической системы при различных параметрах.



Задание 2

1. Провести полно факторный эксперимент на базе разработанной модели.

Список факторов, влияние которых на значение функции отклика следует оценить, задаётся преподавателем.

Задание 3

1. Провести эксперимент на базе разработанной модели в случае равномерного дублирования опытов.

Список факторов, влияние которых на значение функции отклика следует оценить; показатель качества переходного процесса (время переходного процесса или перерегулирование), который следует использовать в качестве функции отклика; тип и характеристики распределения случайных величин, имитирующих возникновение погрешностей, задаются преподавателем.

4 Вопросы к зачету для промежуточной аттестации

1. Что называется, абсолютной и относительной погрешностью приближенного числа?
2. Что называется, значащей цифрой числа?
3. Что называется, верными знаками числа?
4. Сформулировать правила оценки предельных погрешностей при выполнении операций над приближенными числами.
5. В чем заключается постановка простейшей задачи интерполирования и ее геометрический смысл?

6. каком случае возможна оценка остаточного члена интерполяционного полинома Лагранжа, и какова формула оценки?

7. В чем заключается постановка простейшей задачи интерполирования и ее геометрический смысл?

8. В каком случае возможна оценка остаточного члена интерполяционного полинома Лагранжа, и какова формула оценки?

9. Полином Ньютона (вывод полинома, почему существует правый и левый полином, остаточный член).

10. Каково определение эксперимента?

11. Какие вопросы решает планирование эксперимента?

12. Каковы виды экспериментов по способу и условиям проведения, форме представления полученных результатов?

13. Каково определение математической модели объекта исследования?

14. Основные вопросы методологии моделирования. Построение моделей.

15. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Схема вычислительного эксперимента.

16. Принципы, этапы и методы построения моделей.

17. Этапы решения прикладной задачи и классификация ошибок. Абсолютная и относительная погрешности. Оценка погрешностей значения функции.

18. Способы приближенных вычислений по заданной формуле. Приближенные вычисления по формулам с использованием инструментальных пакетов.

19. Задачи интерполяции и аппроксимации. Методы аппроксимации функций.

20. Математическая обработка результатов эксперимента: таблицы и разности.

21. Формулы численной аппроксимации производных. Проблемы численного дифференцирования и интегрирования.

22. Графический способ обработки экспериментальных данных. Аппроксимация полученных зависимостей методом подбора формул.

23. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Нахождение приближающих функций в виде линейных функций и квадратного трехчлена.

24. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Нахождение приближающих функций в виде других элементарных функций.

25. Подбор формул по данным опыта по методу наименьших квадратов. Приближение функций с помощью инструментальных средств.

5 Задачи к зачету для промежуточной аттестации

1. Определить относительную и приведенную погрешности вольтметра, если его диапазон измерений от –12 В до +12 В, значение поверяемой отметки шкалы равно 8 В. Действительное значение измеряемой величины 7,97 В.

2. Определите абсолютную погрешность измерения постоянного тока амперметром, если он в цепи с образцовым сопротивлением 5 Ом показал ток 5 А, а при замене прибора образцовым амперметром для получения тех же показаний пришлось уменьшить напряжение на 1 В.

3. Определить погрешность при измерении тока амперметром класса точности 1,5, если номинальный ток амперметра 30А, а показание амперметра 15А.

4. Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 В до 200 В равны 140 В. Образцовый вольтметр, включенный параллельно, показывает 143 В. Определите относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

5. Найденное значение тока I1= 26А, а его действительное значение I = 25А. Определить абсолютную и относительную погрешность измерения.

6. При поверке концевой меры длины размера 20 мм получено значение 20,0005 мм. Определить абсолютную и относительную погрешности.

7. Показание вольтметра с диапазоном измерений от 0 до 200 В равно 161,5 В. Показание образцового вольтметра, подключенного параллельно равно 160 В. Определите относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

8. Измерение напряжения в цепи производят образцовым и поверяемым вольтметрами. Первый показал напряжение 46 В, второй 47 В. Определите погрешность поверяемого прибора и поправку к его показаниям.

9. Какова относительная погрешность измерения напряжения переменного тока электромагнитным вольтметром при положении переключателя рода работы на постоянном токе, если прибор показывает 128 В при напряжении 127 В.

10. Вольтметр имеет абсолютную погрешность Δ= ±0,1В, из-за влияния температуры имеется дополнительная погрешность D = 0,06 В. Определите суммарную погрешность.

11. Результат измерения тока 49,9 А, а его действительное значение I=50,0 А. Определить относительную погрешность измерения и поправку, которую следует ввести в результат измерения.

12. Составьте алгоритм действий при обработке прямых измерений.

13. Составьте алгоритм действий при обработке косвенных измерений.

14. Известен результат измерения: 15,32 В± 0,2 % при числе наблюдений 11, вероятности 0,98 и нормальных условиях. Определите среднеквадратическое отклонение результаты наблюдения.

15. Определить доверительный интервал и записать результат измерения мощности 87,35 Вт при СКО погрешности однократного измерения 0,164 Вт Число измерений равно 7, доверительная вероятность 0,92.

16. Определить доверительный интервал и записать результат измерения сопротивления 0,836 Ом при СКО погрешности однократного измерения 0,0142 Ом. Число измерений равно 6, доверительная вероятность 0,93.

17. Определить доверительный интервал и записать результат измерения тока 57,28 мА при СКО погрешности однократного измерения 0,46 мА. Число измерений равно 6, доверительная вероятность 0,97.

18. Определить доверительный интервал и записать результат измерения сопротивления 0,714 Ом при СКО погрешности однократного измерения 0,0263 Ом. Число измерений равно 9, доверительная вероятность 0,96.

19. В процессе контроля параметра ширины изделия получены результаты в шестикратной повторности: 125,00 мм, 125.00 мм, 125,10 мм, 124.95 мм, 124,89 мм, 124,90 мм. Рассчитать доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности, равной 0,95. Величина критерия равна 2.8.

20. В процессе контроля параметра массы продукции получены результаты в десятикратной повторности: 202,01 г, 199,91 г, 201,05 г, 200,01 г, 200,00 г, 202.01 г, 199,81 г, 200,05 г, 200,01 г, 200,00 г. Рассчитать доверительный интервал для среднего значения при доверительной вероятности, равной 0,99. Критерий доверительного интервала равен 4.5.

21. Результат измерений напряжения в нормальных условиях равен: 225,3 ± 1,5 мВ, доверительная вероятность 0,95, число наблюдений 19, условия измерения нормальные. Определить среднеквадратическое отклонение результата наблюдения.

22. При измерении напряжения в нормальных условиях выполнено 4 наблюдения в В: 2,57; 2,59; 2,58; 2,60. Необходимо оценить среднеквадратические отклонения результата наблюдений и результата измерений, а также доверительные границы (доверительный интервал) погрешности результата измерения при вероятности 0,95.

23. В результате пяти измерений физической величины x одним прибором, не имеющим систематической погрешности, получены следующие результаты: 92; 94; 103; 105; 106. Определите: математическое ожидание, СКО, дисперсию.

24. Найдите математическое ожидание и дисперсию для случайной величины, распределенной по биномиальному закону, если n = 100, P=0,8.

25. Оценка среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности результата наблюдений частотометра, определённая при 100 наблюдениях, равна 0,68 Гц. Сколько наблюдений необходимо провести этим частотометром, чтобы доверительный интервал случайной составляющей погрешности результата измеренный с вероятностью 0,99 не превосходил 0,5 Гц.