

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 6

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Поваренкин

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«22» июня 2023_ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология»
(Наименование дисциплины)

| | |
|---|--------------------------------|
| Код направления подготовки/ специальности | 11.03.01 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Радиотехника |
| Наименование направленности | Радиотехнические системы связи |
| Форма обучения | очная |

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.23

Т.П.Мишура

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«22» июня 2023 г, протокол № 14

Заведующий кафедрой № 6

д.э.н.,проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.23

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.01(03)

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень,
звание)



(подпись, дата)

22.06.23

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень,
звание)



(подпись, дата)

22.06.23

О.Л. Балышева

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Метрология» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы связи». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-2 «Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с подготовкой будущего бакалавра к решению организационных, научных и технических задач при проведении измерений и контроля в научных исследованиях и промышленности на действующих объектах по заданным методикам. Рассматриваются основы законодательной и прикладной метрологии, метрологического обеспечения, подготовка к измерениям и выполнение измерений, правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей измерений с применением современных информационных технологий и технических средств, правовые основы обеспечения единства измерений; вопросы стандартизации и сертификации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины - получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области обеспечения единства измерений, основ, необходимых при исследовании и эксплуатации средств и систем измерений, предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области метрологии.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|----------------------------------|---|---|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных | ОПК-2.3.1 знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации ОПК-2.У.1 уметь формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение; оценивать достоинства и недостатки возможных вариантов решения задачи; определять ожидаемые результаты решения выделенных задач; выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования ОПК-2.В.1 владеть способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- Математика. Теория вероятностей и математическая статистика,
- «Физика»,
- «Информатика»,
- Основы информационных технологий в радиотехнике
- Инженерная и компьютерная графика,
- «Электротехника»,
- «Радиотехнические цепи и сигналы»,
- Электротехника,
- Электроника
- Основы проектной деятельности

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Цифровая обработка сигналов»,
- «Основы математического моделирования радиотехнических систем»,
- Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных систем
- «Производственная преддипломная практика».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
| | | №5 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 3/ 108 | 3/ 108 |
| Из них часов практической подготовки | | |
| Аудиторные занятия, всего час. | 34 | 34 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 17 | 17 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 17 | 17 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | | |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 74 | 74 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Зачет | Зачет |

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|---|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 5 | | | | | |
| Вводная лекция. Перспективные методы информационных технологий, направленные на организацию учебного процесса»: LMS-платформа: Moodle, Blackboard, Google, Презентации PowerPoint, | 1 | | 1 | | 10 |
| Раздел 1. Основные понятия современной метрологии. Тема 1.1. Системы физических величин и единиц физических величин. | 4 | | 4 | | 34 |

| | | | | | |
|--|----|---|----|---|----|
| Тема 1.2. Понятие о шкалах. | | | | | |
| Раздел 2. Теоретические основы измерений. Эффективное нахождение, оценка информации на основе использования интернет-сервисов, поисковых систем Яндекс, Google и на платформах «Профессиональные справочные системы Техэксперт, Консультант плюс». | 6 | | 12 | | |
| Тема 2.1. Методы измерений. Тема 2.2. Средства измерений. Тема 2.3. Основы теории погрешностей. | | | | | |
| Раздел 3. Основы обеспечения единства измерений Тема 3.1. Структура государственной системы обеспечения единства измерений. Тема 3.2. Эталонная база государственной системы обеспечения единства измерений. Тема 3.3. Понятие метрологического обеспечения. Тема 3.4. Основные понятия стандартизации и сертификации. | 6 | | | | 30 |
| Итого в семестре: | 17 | | 17 | | 74 |
| Итого | 17 | 0 | 17 | 0 | 74 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|-----------------|--|
| Вводная лекция. | Цифровые инструменты в организации учебного процесса. Инструменты для организации совместной деятельности: LMS-платформа: Moodle, Blackboard, yandex-телемост. Возможности их использования для проведения лекций, консультаций, конференций, тестирования. Инструменты для организации онлайн-занятий: (интерактивная доска Miro). Инструменты для визуализации: - оформление результатов экспериментов с использованием графических редакторов Advanced Grapher, Dplot; - оформление классических презентаций: PowerPoint, Slides.io, Prezi, Google Slides. |
| 1 | Раздел 1. Основные понятия современной метрологии. Тема 1.1 Современное состояние и перспективы развития измерений. Роль измерений в познании окружающего мира; основные понятия, связанные с объектами измерения; понятие о |

| | |
|---|--|
| | <p>физических величинах и единицах физических величин. Размерность физических величин. Международная система единиц СИ. Основные единицы системы СИ. ГОСТ 8.417-2002 «Единицы величин». Производные единицы системы СИ. Относительная величина. Логарифмическая величина.</p> <p>Эффективное нахождение, оценка информации на основе использования интернет-сервисов, поисковых систем Яндекс, Google и на платформе «Профессиональные справочные системы Техэксперт, Консультант плюс».</p> <p>Тема 1.2. Основные характеристики измерений. Основное уравнение измерений. Аксиомы измерений. Понятие о шкалах. Типы шкал. Свойства шкал.</p> <p>Тема 1.2 Физические основы измерений, основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ); виды измерений.</p> <p>Тема 1.3 Понятие погрешности измерений; источники погрешностей; понятие многократного измерения; вероятностные оценки погрешности измерения; обработка результатов измерения.</p> |
| 2 | <p>Раздел 2. Теоретические основы измерений.</p> <p>Тема 2..1. Методы измерений. Классификация методов измерений. Измерения прямые, косвенные, совокупные, совместные, статические, динамические, однократные, многократные, абсолютные, относительные. Метод непосредственной оценки. Методы сравнения с мерой: нулевой метод; дифференциальный метод; метод совпадений; метод замещения.</p> <p>Использование информации на платформе «Профессиональные справочные системы Техэксперт, Консультант плюс» и интернет-сервисах (поисковые системы Яндекс, Google).</p> <p>Тема 2.2. Средства измерений. Классификация средств измерений по метрологическому назначению. Классификация измерительных преобразователей. Метрологические характеристики средств измерений. Классификация метрологических характеристик. Нормирование метрологических характеристик. Классы точности средств измерений. Измерение физических величин различными типами средств измерений, включая цифровые. Средства измерения неэлектрических величин, измерительные преобразования и измерительные преобразователи.</p> <p>Тема 2.3. Основы теории погрешностей. Общая классификация погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Точечная оценка законов распределения результатов наблюдений. Интервальная оценка случайных погрешностей. Определение погрешности косвенных измерений. Определение точечных характеристик при неравноточных измерениях. Обработка и представление результатов измерений с использованием программных продуктов Matlab, LabVIEW, Excel, графических редакторов Graph, Advanced Grapher.</p> |
| 3 | <p>Раздел 3. Основы обеспечения единства измерений.</p> <p>Тема 3.1. Структура государственной системы обеспечения единства измерений. Федеральные органы исполнительной власти, государственные научные метрологические институты, государственные региональные центры метрологии, метрологические службы.</p> <p>Тема 3.2. Эталонная база государственной системы обеспечения</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>единства измерений. Классификация эталонов. Основные требования к государственным эталонам. Передача размера единицы физической величины. Государственные первичные эталоны основных физических единиц.</p> <p>Тема 3.3. Понятие метрологического обеспечения; правовые основы обеспечения единства измерений; основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений; структура и функции метрологической службы предприятия.</p> <p>Тема 3.4. Основные понятия стандартизации и сертификации. Системы стандартизации и сертификации.</p> |
|--|---|

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 5 | | | | |
| 1 | Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Введение. LMS-платформа: Moodle, Blackboard, Prezi, Google Slides, интерактивная доска Miro, yandex-телемост. | 1 | | введение |
| 2 | Измерение постоянных напряжений | 4 | | 1 |
| 3 | 1. Измерение токов разных форм с визуализацией сигналов на цифровом осциллографе и использованием видео методики с QR- кодом. 2. Поверка микрометра | 4 | | 2 |
| 4 | Исследование непрерывных сигналов с помощью электронного осциллографа | 4 | | 2 |
| 5 | Исследования основных метрологических характеристик электромеханических измерительных приборов | 4 | | 2 |
| Всего | | 17 | | |

*Студенты выполняют 4 лабораторные работы по указанию преподавателя.

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 5, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 47 | 47 |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | 10 | 10 |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 7 | 7 |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 10 | 10 |
| Всего: | 74 | 74 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/ URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|---|--|---|
| http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=418 | Основы теоретической, прикладной и законодательной метрологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ш. Сулаберидзе, А. Г. Чуновкина, Т. П. Мишура ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 313 с. - Систем. требования: ACROBAT READER 5.X. - Загл. с титул. экрана. - ISBN 978-5-8088-1287-1 : Б. ц. | |
| http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view= | Основы метрологии = Fundamentals of Metrology : учебное пособие / В. В. Окрепилов | |

| | | |
|---|---|--|
| irbis&Itemid=418 | [и др.] ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 485 с. : рис., табл. - Имеет гриф федерального УМО по в системе высшего образования. - Библиогр.: с. 427 - 430 (66 назв.). - Б. ц | |
| https://urait.ru/catalog/full/prikladnye-nauki-tehnika/metrologiya-standartizaciya-i-sertifikaciya?page=2 | Электрорадиоизмерения. Практикум Шишмарёв, В. Ю. Электрорадиоизмерения. Практикум : практическое пособие для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 234 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08587-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/454287 (дата обращения: 17.04.2020). | |
| https://e.lanbook.com/book/176662 | Остроух А.В., Суркова Н.Е. Системы искусственного интеллекта. – Издательство «Лань», 2021. – 228 С | |
| https://vk.com/@kiokauczru-rss-422688359-488210394 | Уорд, Б. Инновации SQL Server 2019. Использование технологий больших данных и машинного обучения / Боб Уорд ; пер. с англ. Н. Б. Желновой. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 408 с. - ISBN 978-5-97060-595-0 | |
| https://znanium.com/catalog/document?id=373502 | Метрология, стандартизация и сертификация: учебник /Иванов А.А. и др. – М: ИНФРА-М, 2021. 301 стр. | |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес | Наименование |
|---|---|
| http://science.guap.ru | Научная и инновационная деятельность ГУАП |
| http://www.consultant.ru | Справочно-правовая система «Консультант Плюс» |
| http://www.garant.ru | Информационно-правовой портал «ГАРАНТ» |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1 | Мультимедийная лекционная аудитория | |
| 2 | Лаборатория метрологии и технических измерений | 52-51 |

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|--|
| Зачет | Список вопросов; Тесты; Задачи.. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции 5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций |
|--|---|
| «отлично» «зачтено» | – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. |

| Оценка компетенции | Характеристика сформированных компетенций |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала | |
| «хорошо» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. |
| «удовлетворительно» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Вопросы для зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1. | Задачи метрологии и ее роль в теории познания. Современное состояние и перспективы развития измерений. | ОПК-2.3.1 |
| 2. | Международная система единиц физических величин. Физические величины как объект измерений. | ОПК-2.3.1 |
| 3. | Системы физических величин (основные, производные, относительные, логарифмические их размерности, уравнение связи физических величин). | ОПК-2.3.1 |
| 4. | В чем заключается деятельность по стандартизации? Каковы цели и принципы стандартизации? | ОПК-2.3.1 |
| 5. | Как и какой орган осуществляет организацию работ по стандартизации? Какими нормативными документами регламентируется деятельность по стандартизации? | ОПК-2.3.1 |
| 6. | Каким образом осуществляется деятельность международных организаций по стандартизации. Каково место РФ в этой деятельности? | ОПК-2.3.1 |

| | | |
|-----|--|------------|
| 7. | Какой порядок проведения сертификации продукции в РФ? В чем отличие обязательной и добровольной сертификации? | ОПК-2.3.1 |
| 8. | Какими органами определяются схемы обязательной сертификации, чем определяется выбор схемы сертификации? Для чего предназначены испытательные лаборатории? | ОПК-2.3.1 |
| 9. | Что входит в понятие «измерение», перечислите составляющие элементов измерений, их назначение и взаимосвязь при решении поставленной задачи? | ОПК-2 .У.1 |
| 10. | Приведите классификацию средств измерений (определение, суть мер, измерительных преобразователей, приборов, установок, систем). Оцените необходимость выбора возможных средств измерений в зависимости от поставленной задачи. | ОПК-2.У.1 |
| 11. | Сформулируйте основные принципы и методы измерений (непосредственной оценки, компенсационный метод). Оцените достоинства и недостатки их применения для возможных вариантов решения задачи. | ОПК-2.У.1 |
| 12. | Сформулируйте особенности проведения измерительного эксперимента в соответствии с известными Вам методами измерений (прямые, косвенные, совокупные, совместные, абсолютные, относительные и др.). | ОПК-2.У.1 |
| 13. | Назначение государственных эталонов основных физических единиц, мер (ЭДС, электрического тока, индуктивности и взаимоиндуктивности), принцип работы, их место в поверочной схеме. | ОПК-2.У.1 |
| 14. | Поясните, что такое метрологические характеристики средств измерений, как выбрать конкретное средство измерений для проведения экспериментального исследования. | ОПК-2.У.1 |
| 15. | Приведите определение погрешности результатов измерений, дайте обобщенную классификацию погрешностей, укажите их источники. | ОПК-2.В.1 |
| 16. | Сформулируйте, с какой целью и как нормируются погрешности средств измерений в зависимости от их вида (аддитивная, мультипликативная, приведенная, дополнительная). | ОПК-2.В.1 |
| 17. | Для проведения конкретного эксперимента как выбрать средство измерений по классу точности. Как обозначаются классы точности на средстве измерений и в нормативной документации в зависимости от способа нормирования инструментальной погрешности? | ОПК-2.В.1 |
| 18. | Укажите способы представления полученных в процессе измерений данных при наличии только систематических погрешностей. Выявите причины их возникновения, способы обнаружения и уменьшения. | ОПК-2.В.1 |
| 19. | Перечислите источники случайных погрешностей. Опишите случайные погрешности с помощью различных законов распределения случайной величины (нормальный, равномерный, треугольный). | ОПК-2.В.1 |
| 20. | В каких случаях при обработке многократных наблюдений используют точечную оценку. Как в этом случае должен быть представлен результат измерений и оценена погрешность? | ОПК-2.В.1 |
| 21. | В каких случаях при обработке многократных наблюдений | ОПК-2.В.1 |

| | | |
|-----|--|-----------|
| | используют интервальную оценку случайных погрешностей. Как в этом случае должен быть представлен результат измерений и оценена погрешность? | |
| 22. | Какие способы обнаружения и исключения грубых погрешностей из результатов многократных наблюдений Вы знаете? Как применить критерий трех сигм? | ОПК-2.В.1 |
| 23. | Какой порядок обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений при наличии систематических и случайных погрешностей? | ОПК-2.В.1 |
| 24. | В каких случаях необходимо использовать метод косвенных измерений и в чем особенность обработки результатов измерений и оценки погрешности? | ОПК-2.В.1 |
| 25. | После проведения трех серий $m=3$ неравноточных измерений и исключения известных систематических погрешностей были получены исправленные результаты наблюдений x_j , представленные в табл.1 (Приложение А). Рассчитать среднее взвешенное и погрешность среднего взвешенного для указанного преподавателем варианта. | ОПК-2.В.1 |
| 26. | Для цифрового измерительного прибора рассчитать зависимость абсолютных и относительных основных погрешностей $\Delta x=f(x)$, $\delta x=f(x)$ от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков. Исходные данные для указанного преподавателем варианта представлены в табл. 2 (Приложение Б). | ОПК-2.В.1 |
| 27. | Для прибора с преобладающими аддитивными погрешностями рассчитать значения абсолютных, относительных и приведенных основных погрешностей измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков зависимостей рассчитанных погрешностей от результатов измерений $\Delta x=f(x)$, $\delta x=f(x)$, $\gamma x=f(x)$. Исходные данные для указанного преподавателем варианта представлены в табл. 3 (Приложение В). | ОПК-2.В.1 |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

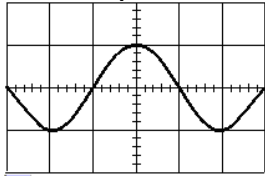
Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
| | Учебным планом не предусмотрено |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1 | Состояние измерений, при котором их результаты выражены в законных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью, называется ... системой калибровки средств измерений | ОПК-2.3.1 |

| | | |
|---|---|-----------|
| | <p>утверждением типа средств измерений =единством измерений метрологическим контролем и надзором</p> | |
| 2 | <p>Выбор средства измерения следует начинать с определения ... =предела допускаемой погрешности измерения реальной погрешности измерения условий выполнения измерений наличия в организации средств измерений</p> | |
| 3 | <p>Если для определения коэффициента линейного расширения материала измеряется длина и температура стержня, то измерения называют... относительными =совместными совокупными косвенными</p> | ОПК-2.У.1 |
| 5 | <p>Учитываемая при выборе средства измерений обобщенная характеристика, выражаемая пределами его допускаемых погрешностей, – это ... класс стабильности погрешность меры порог нормированности =класс точности</p> | ОПК-2.В.1 |
| 6 | <p>Метрологическими характеристиками средств измерений называются характеристики их свойств, ... оказывающие влияние на объект измерения учитывающие условия выполнения измерений обеспечивающие метрологическую надежность =оказывающие влияние на результаты и точность измерений</p> | |
| 7 | <p>Погрешность, изменяющаяся случайным образом в серии повторных измерений одного и того же размера величины с одинаковой тщательностью, называется _____ погрешностью. систематической =случайной приведенной грубой</p> | ОПК-2.В.1 |
| 8 | <p>При подаче на вход вольтметра образцового сигнала 1 В его показание составило 0,95 В. Погрешность измерения равна: $\pm 0,5 \%$ $=-0,05 \text{ В}$ $\pm 0,05 \text{ В}$ $+ 0,05 \text{ В}$</p> | ОПК-2.В.1 |
| 9 | <p>Если коэффициент развертки осциллографа равен 20 мс, то период сигнала равен...</p>  <p>$80 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ $= 80 \cdot 10^{-6} \text{ с}$</p> | |

| | | |
|----|---|-----------|
| | $40 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ $40 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ | |
| 10 | Методом измерений называется совокупность ... операций по повышению точности =приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей операций по повышению надежности использования принципов измерений физических явлений | ОПК-2.3.1 |
| 12 | Научной основой обеспечения единства измерений является... =метрология стандартизированные методики выполнения измерений систематизация теоретическая база стандартизации | ОПК-2.В.1 |
| 13 | По количеству измерительной информации измерения могут быть... =однократными =многократными косвенными совместными | |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
| | Не предусмотрено |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

– получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
 получение опыта творческой работы совместно с преподавателем на основе применения цифровых инструментов; цифровая коммуникация; LMS-платформа: Moodle, Blackboard, Google Презентации., интерактивная доска Miro, yandex-телемост, Яндекс. Диск.

– развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления, стремления самостоятельно осуществлять поиск и оценку информации на основе использования интернет источников и цифровой образовательной среды развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.

– появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;

– получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

– научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

– получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

– лекции согласно разделам (табл.3) и темам (табл.4).

– лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов, содержащих тезисы по тематике дисциплины, видеоматериалами.

– по ходу лекции студенты могут задавать вопросы преподавателю, дождавшись окончания текущей фразы (прерывать преподавателя недопустимо);

– если после объяснения преподавателя остались невыясненные положения, то их следует уточнить;

– материал, излагаемый преподавателем, выкладывается в начале семестра в системе LMS <https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=3944>.

–

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

– приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;

– закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;

– получение новой информации по изучаемой дисциплине;

– приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

– использование персональной вычислительной техники для работы с файлами и прикладными программами ([Microsoft Word](#), [OpenOffice.org Writer](#).) и с внешними носителями информации и устройствами ввода-вывода информации (Яндекс.Диск);

– применение графических редакторов Graph, Advanced Grapher или Dplot при оформлении отчетов по лабораторным работам.

- проведение необходимых расчетов при обработке результатов измерений с использованием программных продуктов Matlab, LabVIEW, Excel.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание и требования к проведению лабораторных работ выкладываются в начале семестра в личном кабинете в разделе «Материалы» <https://pro.guap.ru/inside#materials>.

Выполнение лабораторной работы состоит из трех этапов:

- экспериментально-практического;
- расчетно-аналитического;
- контрольного в виде защиты отчета.

Задание и требования к проведению лабораторных работ, структура и форма отчета о лабораторной работе, требования к оформлению отчета о лабораторной работе изложены

http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=418

Метрология [Текст]: методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Т. П. Мишура, К. В. Епифанцев. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 27 с. : рис., табл. - Б. ц.

http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=418

Метрология и радиоизмерения : учебно-методическое пособие / Т. П. Мишура, К. В. Епифанцев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 78 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 77 (7 назв.). - Б. ц. - Текст : непосредственный.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

выкладываются в начале семестра в личном кабинете в разделе «Материалы» <https://pro.guap.ru/inside#materials>.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

выкладываются в начале семестра в личном кабинете в разделе «Материалы» <https://pro.guap.ru/inside#materials..>

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/standart/doc>

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/standart/doc> Дополнительно в отчетах должны быть представлены материалы по применению одного из графических редакторов Graph, Advanced Grapher, Dplot и программных продуктов Matlab, LabVIEW, Excel

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/standart/doc>

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

учебно-методический материал по дисциплине; лекции, электронные образовательные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (табл.9).

Самостоятельная работа студентов включает подготовку отчетов по лабораторным работам с изучением цифровых инструментов, используемых для обработки результатов измерений и графических редакторов для построения графиков.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП». Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью вопросов к тесту, приведенных в таблице 18. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

Студент после выполнения и защиты лабораторных работ и положительной оценки за тестирование допускается к собеседованию при прохождении аттестации в форме зачёта.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП». Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной

аттестации

—

ПИСЬМЕННАЯ.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Таблица 1- Результаты многократных неравноточных наблюдений.

| Вариант | № серии | x_j |
|---------|---------|--|
| 1 | $i=1$ | 0.47, 0.49, 0.50, 0.43, 0.52, 0.48, 0.46, 0.51, 0.51, 0.47, |
| | $i=2$ | 0.48, 0.49, 0.51, 0.52, 0.56, 0.47, 0.47, 0.46, 0.51, 0.52 |
| | $i=3$ | 0.48, 0.46, 0.48, 0.50, 0.46, 0.46, 0.46, 0.49, 0.56, 0.49 |
| 2 | $i=1$ | 0.99, 1.01, 1.02, 0.98, 0.97, 0.99, 1.01, 1.00, 0.99, 1.01 |
| | $i=2$ | 0.99, 1.02, 0.99, 0.98, 1.01, 0.98, 1.01, 0.97, 1.01, 0.96 |
| | $i=3$ | 0.99, 1.01, 0.98, 1.05, 0.97, 1.01, 1.05, 0.97, 1.06, 1.02 |
| 3 | $i=1$ | 1.69, 1.53, 1.46, 0.98, 0.98, 1.01, 0.99, 1.01, 0.99, 0.97 |
| | $i=2$ | 1.25, 0.98, 1.38, 0.99, 0.97, 0.96, 1.14, 0.94, 0.99, 1.02 |
| | $i=3$ | 1.02, 0.99, 0.98, 0.92, 1.08, 1.06, 0.96, 0.97, 1.01, 1.07 |
| 4 | $i=1$ | 9.98, 10.18, 9.79, 9.95, 9.89, 10.11, 10.08, 9.86, 9.93, 10.14 |
| | $i=2$ | 10.05, 10.15, 10.05, 9.99, 9.93, 9.89, 10.06, 9.91, 10.03, 9.97 |
| | $i=3$ | 9.96, 9.86, 10.10, 9.96, 9.94, 9.88, 10.04, 10.00, 9.87, 10.01 |
| | $i=1$ | 9.86, 9.96, 10.06, 10.09, 9.90, 9.91, 10.07, 9.88, 9.93, 10.01 |
| | $i=2$ | 9.95, 10.02, 9.93, 9.89, 10.14, 10.10, 10.04, 9.89, 9.79, 10.12 |
| | $i=3$ | 10.19, 9.95, 10.15, 9.86, 9.96, 10.05, 9.97, 9.99, 10.03, 9.94 |
| 5 | $i=1$ | 9.86, 9.96, 10.06, 10.09, 9.90, 9.91, 10.07, 9.88, 9.93, 10.01 |
| | $i=2$ | 9.95, 10.02, 9.93, 9.89, 10.14, 10.10, 10.04, 9.89, 9.79, 10.12 |
| | $i=3$ | 10.19, 9.95, 10.15, 9.86, 9.96, 10.05, 9.97, 9.99, 10.03, 9.96 |
| 6 | $i=1$ | 9.95, 9.84, 10.21, 10.06, 10.00, 9.93, 9.87, 10.11, 10.04, 9.99 |
| | $i=2$ | 9.97, 9.95, 9.87, 10.02, 9.99, 9.98, 9.91, 9.90, 10.03, 9.89 |
| | $i=3$ | 9.86, 10.07, 9.88, 10.09, 10.14, 9.94, 10.05, 9.96, 9.99, 10.01 |
| 7 | $i=1$ | 6.40, 6.39, 6.38, 6.39, 6.41, 6.39, 6.37, 6.40, 6.44, 6.39 |
| | $i=2$ | 6.37, 6.39, 6.40, 6.43, 6.38, 6.41, 6.34, 6.38, 6.47, 6.36 |
| | $i=3$ | 6.46, 6.45, 6.44, 6.39, 6.47, 6.34, 6.45, 6.42, 6.37, 6.45 |
| 8 | $i=1$ | 6.48, 6.39, 6.44, 6.36, 6.37, 6.38, 6.44, 6.45, 6.46, 6.37 |
| | $i=2$ | 6.39, 6.43, 6.48, 6.33, 6.46, 6.34, 6.41, 6.45, 6.35, 6.41 |
| | $i=3$ | 6.34, 6.37, 6.40, 6.39, 6.45, 6.44, 6.38, 6.42, 6.35, 6.38 |
| 9 | $i=1$ | 6.41, 6.39, 6.44, 6.49, 6.38, 6.43, 6.37, 6.36, 6.48, 6.34 |
| | $i=2$ | 6.41, 6.39, 6.40, 6.49, 6.38, 6.43, 6.37, 6.35, 6.48, 6.34 |
| | $i=3$ | 6.37, 6.39, 6.42, 6.44, 6.31, 6.36, 6.41, 6.43, 6.48, 6.36 |
| 10 | $i=1$ | 201.28, 198.19, 199.76, 200.35, 201.01, 201.17, 200.08, 198.41, 199.43 |
| | $i=2$ | 201.78, 200.44, 199.94, 198.75, 201.64, 197.60, 199.85, 199.52, 198.57 |
| | $i=3$ | 199.22, 200.00, 200.79, 201.47, 203.27, 198.48, 201.07, 198.88, 200.17 |
| 11 | $i=1$ | 199.79, 201.03, 201.34, 198.21, 199.43, 200.13, 200.93, 198.48, 200.03 |
| | $i=2$ | 200.85, 198.76, 200.86, 199.97, 196.69, 198.57, 200.47, 201.08, 201.61 |
| | $i=3$ | 201.88, 198.49, 198.96, 200.38, 199.11, 199.35, 199.55, 200.66, 199.64 |
| 12 | $i=1$ | 200.76, 199.40, 199.47, 198.48, 201.22, 199.71, 201.06, 201.93, 198.28 |
| | $i=2$ | 200.17, 200.85, 198.61, 200.88, 197.50, 201.78, 199.16, 198.51, 200.43 |
| | $i=3$ | 201.41, 201.09, 200.26, 202.53, 199.03, 199.60, 199.80, 201.00, |

| | | |
|----|---------|--|
| | | 200.35 |
| 13 | $i = 1$ | 0.0481, 0.0461, 0.0492, 0.0502, 0.0511, 0.0430, 0.0460, 0.0488, 0.0453, 0.0497 |
| | $i = 2$ | 0.0521, 0.0519, 0.0531, 0.0466, 0.0463, 0.0500, 0.0436, 0.0528, 0.0490, 0.0464 |
| | $i = 3$ | 0.0479, 0.0486, 0.0509, 0.0544, 0.0515, 0.0475, 0.0504, 0.0516, 0.0438, 0.0537 |
| 14 | $i = 1$ | 0.0480, 0.0498, 0.0514, 0.0517, 0.0563, 0.0467, 0.0473, 0.0459, 0.0509, 0.0522 |
| | $i = 2$ | 0.0482, 0.0463, 0.0481, 0.0501, 0.0465, 0.0460, 0.0464, 0.0498, 0.0556, 0.0496 |
| | $i = 3$ | 0.0507, 0.0469, 0.0475, 0.0540, 0.0485, 0.0490, 0.0515, 0.0528, 0.0534, 0.0440 |
| 15 | $i = 1$ | 0.0467, 0.0492, 0.0502, 0.0430, 0.0520, 0.0481, 0.0459, 0.0511, 0.0514, 0.0466 |
| | $i = 2$ | 0.0490, 0.0515, 0.0529, 0.0460, 0.0546, 0.0474, 0.0548, 0.0487, 0.0463, 0.0498 |
| | $i = 3$ | 0.0464, 0.0469, 0.0509, 0.0481, 0.0479, 0.0482, 0.0486, 0.0559, 0.0494, 0.0499 |
| 16 | $i = 1$ | 0.481, 0.461, 0.492, 0.502, 0.511, 0.430, 0.460, 0.488, 0.453, 0.497 |
| | $i = 2$ | 0.521, 0.519, 0.531, 0.466, 0.463, 0.500, 0.436, 0.528, 0.490, 0.464 |
| | $i = 3$ | 0.479, 0.486, 0.509, 0.544, 0.515, 0.475, 0.504, 0.516, 0.438, 0.537 |
| 17 | $i = 1$ | 0.480, 0.498, 0.514, 0.517, 0.563, 0.467, 0.473, 0.459, 0.509, 0.522 |
| | $i = 2$ | 0.482, 0.463, 0.481, 0.501, 0.465, 0.460, 0.464, 0.498, 0.556, 0.496 |
| | $i = 3$ | 0.507, 0.469, 0.475, 0.540, 0.485, 0.490, 0.515, 0.528, 0.534, 0.440 |
| 18 | $i = 1$ | 0.467, 0.492, 0.502, 0.430, 0.520, 0.481, 0.459, 0.511, 0.514, 0.466 |
| | $i = 2$ | 0.490, 0.515, 0.529, 0.460, 0.546, 0.474, 0.548, 0.487, 0.463, 0.498 |
| | $i = 3$ | 0.464, 0.469, 0.509, 0.481, 0.479, 0.482, 0.486, 0.559, 0.494, 0.499 |
| 19 | $i = 1$ | 0.496, 0.504, 0.532, 0.517, 0.524, 0.487, 0.493, 0.489, 0.520, 0.531 |
| | $i = 2$ | 0.470, 0.482, 0.484, 0.498, 0.494, 0.0496, 0.0504, 0.0532, 0.0517, 0.0524 |
| | $i = 3$ | 0.0487, 0.0493, 0.0489, 0.0520, 0.0531, 0.0470, 0.0482, 0.0484, 0.0498, 0.0494 |
| 20 | $i = 1$ | 198.7924, 197.8386, 199.9277, 200.0605, 199.9707, 200.4909, 200.5848, 201.6234 |
| | $i = 2$ | 199.9112, 197.1890, 200.1880, 200.3290, 202.1653, 200.5705, 201.1986, 201.7837 |
| | $i = 3$ | 199.0468, 199.6165, 202.1227, 200.3181, 200.4911, 200.8567, 200.6423, 200.9217 |

Таблица 2 – Исходные данные для расчета

| № варианта | Диапазон измерений | Класс точности | Результаты измерений |
|------------|--------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1 | (-100...+100) мА | 0,1/0,05 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100 мА |
| 2 | (-100...+100) мА | 0,25/0,1 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100 мА |
| 3 | (-100...+100) мА | 0,5/0,25 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100 мА |
| 4 | (-100...+100) мА | 1,0/0,5 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100 мА |
| 5 | (-100...+100) мА | 1,5/1,0 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100 мА |
| 6 | (-5...+5) А | 2,5/1,5 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 7 | (-5...+5) А | 4,0/2,5 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 8 | (-5...+5) А | 0,1/0,05 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 9 | (-5...+5) А | 0,25/0,1 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 10 | (-5...+5) А | 0,5/0,25 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 11 | (-10...+10) В | 1,0/0,5 | 0; 1; 2; 4; 5;6;8; 10 В |
| 12 | (-10...+10) В | 1,5/1,0 | 0; 1; 2; 4; 5;6;8; 10 В |
| 13 | (-10...+10) В | 2,5/1,5 | 0; 1; 2; 4; 5;6;8; 10 В |
| 14 | (-10...+10) В | 4,0/2,5 | 0; 1; 2; 4; 5;6;8; 10 В |
| 15 | (-10...+10) В | 0,1/0,05 | 0; 1; 2; 4; 5;6;8; 10 В |
| 16 | (0...100) °С | 0,25/0,1 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100°С |
| 17 | (0...100) °С | 0,5/0,25 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100°С |
| 18 | (0...100) °С | 1,0/0,5 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100°С |
| 19 | (0...100) °С | 1,5/1,0 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100°С |
| 20 | (0...100) °С | 2,5/1,5 | 0; 10; 20; 40;50; 60; 80; 100°С |

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

| № варианта | Диапазон измерений x | класс точности | результаты измерений x |
|------------|------------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1 | (0...10) В | 0,1 | 0; 1; 2; 4; 5; 6; 8;10 В |
| 2 | (0...10) В | 0,15 | 0; 1; 2; 4; 5; 6; 8;10 В |
| 3 | (0...10) В | 0,25 | 0; 1; 2; 4; 5; 6; 8;10 В |
| 4 | (0...10) В | 0,4 | 0; 1; 2; 4; 5; 6; 8;10 В |
| 5 | (0...10) В | 0,5 | 0; 1; 2; 4; 5; 6; 8;10 В |
| 6 | (0...100) мВ | 0,6 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мВ |
| 7 | (0...100) мВ | 1,0 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мВ |
| 8 | (0...100) мВ | 1,5 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мВ |
| 9 | (0...100) мВ | 2,5 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мВ |
| 10 | (0...100) мВ | 4,0 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мВ |
| 11 | (0...5) А | 0,1 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 12 | (0...5) А | 0,15 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 13 | (0...5) А | 0,25 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 14 | (0...5) А | 0,4 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 15 | (0...5) А | 0,5 | 0; 0,5; 1,0; 1,5;2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А |
| 16 | (0...100) мА | 0,6 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мА |
| 17 | (0...100) мА | 1,0 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мА |
| 18 | (0...100) мА | 1,5 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мА |
| 19 | (0...100) мА | 2,5 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мА |
| 20 | (0...100) мА | 4,0 | 0; 10; 20; 40; 50;60; 80; 100 мА |