



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ  
ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

**УТВЕРЖДАЮ**



Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский

05

2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Метрология**

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения**

Специализация

**«Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов»**

Квалификация выпускника  
**инженер**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2023

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Метрология» являются формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области организации технического обслуживания и ремонта ВС, в части метрологического обеспечения а также методов измерения для получения достоверной информации о параметрах контролируемых объектов и процессов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование у обучающихся знаний об основных законах и методах проведения исследований с последующей обработкой и анализом результатов исследований на основе использования правил и норм метрологии;

- формирование у обучающихся навыков оценивания погрешности измерений и измерительных систем;

- формирование у обучающихся способности поиска и учета нормативно-правовых требований в области метрологического обеспечения измерений при организации технического обслуживания и ремонта воздушных судов;

- формирование у обучающихся способности обоснованного выбора технического и методического обеспечения измерений при организации технического обслуживания и ремонта воздушных судов.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Метрология» представляет собой факультативную дисциплину.

Дисциплина «Метрология» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Физика».

Дисциплина «Метрология» является обеспечивающей для дисциплин: «Системы контроля технического состояния воздушных судов», «Техническая диагностика».

Дисциплина «Метрология» изучается в 3-ом семестре.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Метрология» направлен на формирование следующих компетенций:

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Код компетенции / индикатора   | Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции  |
| ПК-8                           | <b>Способен организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментальный контроль, осуществлять диагностирование, прогнозирование технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей, владеть методами проведения испытаний авиационной техники</b> |
| ИД <sup>1</sup> <sub>ПК8</sub> | Организует проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники  |

### **Планируемые результаты изучения дисциплины:**

Знать:

- теоретические основы метрологии;
- общие законы и правила измерений, обеспеченность их единства, требуемой точности и достоверности;
- основные метрологические методы и средства измерения физических величин;
- терминологию и единицы измерения величин в соответствии с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;
- принципы действия средств измерений.

Уметь:

- осуществлять выбор средств измерений по заданным метрологическим характеристикам;
- приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;

Владеть:

- методами оценивания погрешностей измерений;
- методами расчета метрологических характеристик средств измерений;

#### **4 Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

| Наименование                  | Всего часов | Семестр |
|-------------------------------|-------------|---------|
|                               |             | 3       |
| Общая трудоемкость дисциплины | 72          | 72      |

|   |      |      |
|---|------|------|
| Контактная работа, всего                      | 28,3 | 28,3 |
| лекции  | 14   | 14   |
| практические занятия                          | 10   | 10   |
| семинары                                      | -    | -    |
| лабораторные работы                           | 4    | 4    |
| курсовой проект (работа)                      | -    | -    |
| Самостоятельная работа студента               | 35   | 35   |
| Промежуточная аттестация:                     | 9    | 9    |
| контактная работа                             | 0,3  | 0,3  |
| самостоятельная работа по подготовке к зачету | 8,7  | 8,7  |

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1. Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

| Темы дисциплины   | Количество часов | Компетенции | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|---|------------------|-------------|----------------------------|--------------------|
|   |                  | ПК-8        |                            |                    |
| Тема 1. Теоретические основы метрологии и метрологического обеспечения. | 0                | +           | ВК, Л, ПЗ, СРС             | УО                 |
| Тема 2. Виды и методы измерений.  | 0                | +           | Л, ПЗ, СРС                 | УО                 |
| Тема 3. Погрешность измерений.  | 0                | +           | Л, ПЗ, СРС                 | УО, РЗ, СЗ         |
| Тема 4. Средства измерений.   | 0                | +           | Л, ПЗ, ЛР, СРС             | УО, СЗ             |
| Тема 5. Основы метрологического обеспечения измерений.                  | 0                | +           | Л, ПЗ, СРС                 | УО                 |
| Итого по дисциплине   | 0                |             |                            |                    |
| Промежуточная аттестация  | 9                |             |                            | Зач                |
| Всего по дисциплине   | 72               |             |                            |                    |

Сокращения: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; ЛР – лабораторные работы; ВК – входной контроль; СРС – самостоятельная работа студента; УО – устный опрос; РЗ – расчетная задача; СЗ – ситуационная задача; Зач – зачет.

## 5.2. Темы дисциплины и виды занятий

| Наименование темы дисциплины  | Л | ПЗ | ЛР | СРС | Всего часов |
|---|---|----|----|-----|-------------|
| Тема 1. Теоретические основы метрологии и метрологического обеспечения. | 2 | -  | -  | 2   | 0           |
| Тема 2. Виды и методы измерений.  | 2 | -  | -  | 4   | 0           |
| Тема 3. Погрешность измерений.  | 2 | 8  | -  | 14  | 0           |
| Тема 4. Средства измерений.   | 6 | 2  | 4  | 13  | 0           |
| Тема 5. Основы метрологического обеспечения измерений.                  | 2 | -  | -  | 2   | 0           |
| Итого по дисциплине   | 0 | 0  | 0  | 0   | 0           |
| Промежуточная аттестация  |   |    |    |     | 9           |
| Всего по дисциплине   |   |    |    |     | 72          |

Сокращения: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; СРС – самостоятельная работа студента.

## 5.3. Содержание дисциплины

### Тема 1. Теоретические основы метрологии и метрологического обеспечения.

Краткая история развития метрологии. Общие понятия и определения метрологии. Физические свойства и величины. Разделы метрологии. Единицы физических величин. Международная система единиц СИ. Кратные и дольные единицы.

### Тема 2. Виды и методы измерений.

Область измерений. Основные этапы процесса измерения. Основное уравнение измерений. Классификация измерений. Шкалы измерений. Чувствительность прибора. Методы измерений. Понятие об испытании и контроле.

### Тема 3. Погрешность измерений.

Погрешность результата измерения. Классификация погрешностей. Принципы оценивания погрешностей. Систематические и случайные погрешности. Инструментальная погрешность. Формы выражения погрешности. Обработка результатов измерения. Прямые и косвенные измерения. Однократные и многократные измерения. Суммирование погрешностей.

#### **Тема 4. Средства измерений.**

Средства измерений, их классификация и свойства. Шкалы средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Нормирование метрологических характеристик. Методы повышения точности, классы точности средств измерений. Поверка и калибровка средств измерений. Выбор средств измерений. Измерительные приборы и установки. Измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы. Технические измерения. Измерения теплотехнических величин: температура, давление, сила, расход жидкости и газа, плотность, вязкость, состав жидкостей и газов.

#### **Тема 5. Основы метрологического обеспечения измерений.**

Состав метрологического обеспечения. Нормативная основа обеспечения единства измерений в РФ (ГСИ). Метрологическое обеспечение. Функции метрологических служб. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Международные метрологические организации. Метрологическая надежность СИ. Показатели метрологической надежности средств измерений.

#### **5.4. Практические занятия**

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий   | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|---|---------------------|
| 3                     | Практическое занятие № 1. Определение погрешностей однократных прямых измерений                                 | 2                   |
| 3                     | Практическое занятие № 2. Классы точности средств измерений и их использование при оценке погрешности           | 2                   |
| 3                     | Практическое занятие № 3. Нахождение погрешностей косвенных измерений   | 2                   |
| 3                     | Практическое занятие № 4. Обработка результатов прямых многократных измерений                                   | 2                   |
| 4                     | Практическое занятие № 5. Принцип действия и практическое применение измерительных преобразователей температуры | 2                   |
| Итого по дисциплине:  |   | 0                   |

#### **5.5. Лабораторный практикум**

| Номер темы дисциплины | Тематика лабораторной работы | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|------------------------------|---------------------|
|-----------------------|------------------------------|---------------------|

|                      |   |   |
|----------------------|---|---|
| ны                   |   |   |
| 4                    | Лабораторная работа № 1. Выбрать средство измерения для контроля размеров изделия | 2 |
| 4                    | Лабораторная работа № 2. Выбор измерительного средства для контроля изделий.      | 2 |
| Итого по дисциплине: |   | 0 |

### 5.6. Самостоятельная работа

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы  | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|--|---------------------|
| 1                     | Поиск, анализ информации и проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и с рекомендуемой литературой [1- 9].<br>Подготовка к устному опросу.   | 2                   |
| 2                     | Поиск, анализ информации и проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и с рекомендуемой литературой [1- 9].<br>Подготовка к устному опросу.   | 4                   |
| 3                     | Поиск, анализ информации и проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и с рекомендуемой литературой [1- 9].<br>Подготовка к устному опросу, решению расчетных и ситуационных задач. | 14                  |
| 4                     | Поиск, анализ информации и проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и с рекомендуемой литературой [1- 9].<br>Подготовка к устному опросу и решению ситуационных задач.            | 13                  |
| 5                     | Поиск, анализ информации и проработка учебного материала: работа с конспектом лекций и с рекомендуемой литературой [1- 9].<br>Подготовка к устному опросу.   | 2                   |
| Итого по дисциплине   |  | 0                   |

### 5.7. Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Сергеев, А. Г. **Метрология, стандартизация и сертификация** в 2 ч. Часть 1. Метрология : учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03643-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470349> (дата обращения: 15.05.2021).
2. Радкевич, Я. М. **Метрология, стандартизация и сертификация** в 3 ч. Часть 1. Метрология : учебник для вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 235 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01917-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470691> (дата обращения: 15.05.2021).
3. Латышенко, К. П. **Метрология и измерительная техника**. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / К. П. Латышенко, С. А. Гарелина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 186 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07086-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471196> (дата обращения: 15.05.2021).

б) дополнительная литература:

4. Атрошенко, Ю. К. **Метрология, стандартизация и сертификация**. Сборник лабораторных и практических работ : учебное пособие для вузов / Ю. К. Атрошенко, Е. В. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 176 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01312-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451450> (дата обращения: 15.05.2021).
5. Метрология. **Теория измерений** : учебник для вузов / В. А. Мещеряков, Е. А. Бадеева, Е. В. Шалобаев ; под общей редакцией Т. И. Мурашкиной. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07295-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470870> (дата обращения: 15.05.2021).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

6. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный.

г) программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:



Microsoft Windows XP, Microsoft Office 2007.

7. **Электронно-библиотечная система «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>, свободный (дата обращения – 15.05.2021).
8. Образовательная платформа Юрайт [Электронный ресурс] –Режим доступа: <https://urait.ru/>, свободный (дата обращения – 15.05.2021).
9. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения – 15.05.2021).

## **7 Материально-техническое обеспечение преподавания дисциплины**

1. Компьютерный класс кафедры. Ауд.254.
2. Средства для компьютерной презентации учебных материалов в аудиториях кафедры.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Метрология» используются следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студента.

Входной контроль проводится преподавателем с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется в форме устного опроса по вопросам следующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика».

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для раскрытия текущего состояния и описания перспектив развития знаний в области изучаемой дисциплины. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести начальные практические навыки. Рассматриваемые в рамках практического занятия задачи, ситуации, примеры и проблемы имеют профессиональную направленность и содержат элементы, необходимые для формирования компетенций в рамках подготовки обучающихся. Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выпол-

нении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Метрология» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета в третьем семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, расчетные задачи, ситуационные задачи.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Также устный опрос проводится в ходе входного контроля.

Расчетные задачи и ситуационные задачи носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Метрология» проводится в третьем семестре в форме зачета. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет предполагает тестирование, а также решение расчетной и ситуационной задачи.

Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на лекциях и практических занятиях, участие студентов в конференциях и подготовку ими публикаций. Описание шкалы оценивания, используемой для проведения промежуточных аттестаций, приведено в п. 9.5.

### **9.1. Балльно–рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

Не применяется.

## **9.2. Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение расчетных и ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Лабораторная работа:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

## **9.3. Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине**

В учебном плане рефератов и курсовых работ не предусмотрено.

## **9.4. Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

**Примерный перечень вопросов для входного контроля:**

1. Определение производной функции.
2. Производные простейших функций.
3. Частная производная.
4. Полный дифференциал функции.
5. Дифференциалы простейших функций.
6. Максимум и минимум функции.
7. Неопределенный интеграл.
8. Определенный интеграл.
9. Таблица простейших интегралов.
10. Сила, работа, мощность.
11. Импульс, энергия.

12. Законы Ньютона.
13. Законы сохранения массы, импульса, энергии.
14. Сила тяжести.
15. Масса и вес твердого тела.

### 9.5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Компетенции | Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций | Критерии оценивания  |
|-------------|---|--|
| ПК-8        | $ИД_{ПК8}^1$  | <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы метрологии;</li> <li>- общие законы и правила измерений, обеспеченность их единства, требуемой точности и достоверности;</li> <li>- основные метрологические методы и средства измерения физических величин;</li> <li>- терминологию и единицы измерения величин в соответствии с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;</li> <li>- принципы действия средств измерений.</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор средств измерений по заданным метрологическим характеристикам;</li> <li>- приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами оценивания погрешностей измерений;</li> <li>- методами расчета метрологических характеристик средств измерений.</li> </ul> |

#### Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

Для оценки результатов тестирования применяется шкала, с указанием процентов правильных ответов:

- «зачтено» - 60 % и более правильных ответов;
- «не зачтено» - менее 60 % правильных ответов.

## **9.6. Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **Перечень типовых вопросов для текущего контроля**

1. Что изучает метрология и из каких основных разделов она состоит.
2. Определения: измерения, средства измерения, погрешность измерения, единство измерения, метрологическая служба, поверка средств измерения.
3. Что такое "эталон"? Какие бывают эталоны?
4. Понятие физической величины.
5. Определение системы физических величин.
6. Структура Международной системы СИ.
7. Основные этапы развития метрологии.
8. Цели и задачи измерения.
9. Классификация методов измерения.
10. Существующие методы измерения.
11. Основные метрологические показатели приборов.
12. Признаки классификации измерительных приборов.
13. Погрешность. Определение.
14. Возможные причины проявления погрешностей измерения.
15. Признаки и классификация погрешности.
16. Абсолютная и относительная погрешности. Определение.
17. Основной закон распределения случайных погрешностей.
18. Выбор средств измерения.
19. Влияние погрешности измерения на результаты разбраковки.
20. Что такое производственный допуск?
21. Понятие метрологического обеспечения.
22. Структура метрологического обеспечения.
23. Государственная система обеспечения единства измерений.

## **Типовые расчетные задачи для решения на практических занятиях**

### **Задача 1.**

Амперметром класса точности 2.0 со шкалой (0...50) А измерены значения тока 0; 5; 10; 20; 25; 30; 40; 50 А. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведённой основных погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

### **Задача 2.**

При многократном измерении напряжения электрического тока с помощью цифрового вольтметра получены значения в В: 10,38; 10,37; 10,39; 10,38; 10,39; 10,44; 10,41; 10,5; 10,45; 10,39; 11,1; 10,45. Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью  $P=0,95$ .

### **Задача 3.**

При многократном изменении температуры в производственном помещении получены значения в градусах Цельсия: 20,4; 20,2; 20,0; 20,5; 19,7; 20,3; 20,4; 20,1. Укажите доверительные границы истинного значения температуры в помещении с вероятностью  $P=0,95$ .

### **Задача 4.**

Универсальным вольтметром В7-17 измерено активное сопротивление цепи при времени преобразования 20 мс на поддиапазоне измерения (0-100) кОм. Получено значение измеренного сопротивления  $R=50$  кОм. Оценить погрешность измерения.

## **Типовые ситуационные задачи для решения на практических занятиях**

1. Определите нормированные метрологические характеристики средства измерения непосредственно по самому СИ и по технической документации. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

2. Опишите последовательность действий при обработке результатов многократных наблюдений. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

3. Выберите средство измерения температуры масла в масляной системе двигателя самолета. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

## **Примерный вариант теста для проведения промежуточной аттестации**

1. Метрология - это:

- А. теория передачи размеров единиц физических величин
- В. наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности
- С. теория исходных средств измерений (эталонов)

2. Физическая величина - это:

- А. объект измерения
- В. одно из свойств физического объекта общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.
- С. величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи

3. Количественная характеристика физической величины называется:

- А. размером
- В. размерностью
- С. объектом измерения

4. Качественная характеристика физической величины называется:

- А. размером
- В. размерностью
- С. количественными измерениями нефизических величин

5. Измерением называется:

- А. опытное нахождение значения физической величины с помощью технических средств
- В. операция сравнения неизвестного с известным
- С. выбор технического средства, имеющего нормированные метрологические характеристики

6. При описании электрических и магнитных явлений в Международной системе единиц (СИ) за основную единицу принимается:

- А. вольт
- В. ом
- С. ампер

7. При описании световых явлений в Международной системе единиц (СИ) за основную единицу принимается:

- А. кандела
- В. люмен
- С. квант

8. В зависимости от числа измерений измерения делятся на:

- А. однократные и многократные
- В. технические и метрологические

С. равноточные и неравноточные

9. Погрешность измерения - это:

А. свойство физического объекта

В. это нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений

С. разность между показаниями средства измерения и истинным (действительным) значением измеряемой величины.

10. Кратными единицами физических величин называют:

А. единицы, в целое число раз больше системной единицы

В. единицы, в целое число раз меньше системной единицы

С. единицы, обладающие признаками системы

11. Дольными единицами физических величин называют:

А. единицы, в целое число раз больше системной единицы

В. единицы, в целое число раз меньше системной единицы

С. единицы, обладающие признаками системы

12. Проверка средств измерения - это:

А. это нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений

В. свойство физического объекта, которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов

С. совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы с целью определения и подтверждения соответствия средств измерений, установленным техническим требованиям

13. Техническое устройство, предназначенное для измерения - это:

А. элемент измерения

В. средство измерения

С. объект измерения

14. Объектами метрологии являются:

А. средства измерения, единицы измерения, эталоны и методики выполнения измерений

В. технологические процессы

С. меры, измерители, единицы измерения, эталоны

15. Комплексы общих правил, требований и норм, направленных на обеспечение единства измерения и единообразия средств измерения рассматриваются в разделе:

А. практической метрологии

В. метрологической инструкции

С. законодательной метрологии

16. Одно из условий обеспечения единства измерений:



- А. результаты измерений должны быть представлены в узаконенных единицах
- В. измерительные приборы соответствуют техническим требованиям
- С. погрешность измерения превышает установленные пределы

17. Технической основой обеспечения единства измерений в метрологии является:

- А. физическая величина
- В. эталонная база
- С. измерители

18. Эталон должен обладать признаками:

- А. неизменностью, точностью
- В. неизменностью, воспроизводимостью и сличаемостью
- С. воспроизводимостью и точностью

19. При одновременном измерении нескольких одноименных величин измерения называют:

- А. прямыми
- В. метрологическими
- С. совокупными

20. При одновременном измерении нескольких неоднородных величин измерения называют:

- А. совместными
- В. косвенными
- С. статическими

21. К метрологическим характеристикам средств измерений относятся:

- А. цена деления, диапазон, класс точности, потребляемая мощность
- В. кодовые характеристики, электрический входной и выходной импеданс, диапазон измерения, быстродействие
- С. диапазон измерения, класс точности, габаритные размеры, стоимость

### Типовые расчетные задачи для проведения промежуточной аттестации

Задача 1.

Выразить в соответствующих единицах измерения значения физических величин.

| Задание | Ответ     |
|---------|-----------|
| 10м     | мкм       |
| 100кг   | т         |
| 37 °С   | Θ =       |
| 250К    | °С        |
| 10Па    | бар       |
| 100Па   | мм.рт.ст. |

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| 1000мм.рт.ст.         | мбар               |
| 10 Н                  | кг                 |
| 10Вт                  | ккал/ч             |
| 10Дж                  | ккал               |
| 0,1л                  | см <sup>3</sup>    |
| 0,1 м/с               | м/ч                |
| 10 А                  | ГА                 |
| 100Вт                 | МВт                |
| 1 кг / м <sup>3</sup> | кг/дм <sup>3</sup> |

Задача 2.

Выбрать средства измерения размеров валов  $\varnothing 25h6$  и  $\varnothing 25h12$ , а также отверстий  $\varnothing 25H7$  и  $\varnothing 25H12$ .

Задача 3.

Было произведено 10 измерений некоторой физической величины. Определите доверительный интервал для оценки с надежностью  $P=0,95$  истинного значения измеряемой величины, если известно, что результаты наблюдения подчиняются нормальному закону. Исходные данные представим в таблице 1.

Таблица 1.

| № п/п | $X_i$ |
|-------|-------|
| 1     | 11,66 |
| 2     | 11,94 |
| 3     | 11,77 |
| 4     | 11,88 |
| 5     | 11,83 |
| 6     | 11,81 |
| 7     | 11,52 |
| 8     | 12,17 |
| 9     | 11,79 |
| 10    | 12,11 |

Задача 4.

Для прибора указанного класса точности рассчитать значения абсолютных, относительных и приведенных погрешностей. Исходные данные: класс точности - 0,15; результат измерения - 2В; диапазон - 0...10В.

## **Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации**

1. Опишите последовательность действий при обработке результатов косвенных измерений. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

2. Выберите средство измерения расхода воздуха через двигатель самолета. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

3. Определите нормированные метрологические характеристики вольтметра ВК7-9 непосредственно по самому средству измерения. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания дисциплины «Метрология» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПб ГУГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность, решается целый ряд вопросов воспитательного характера.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку.

Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить обучающихся с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему. Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении управленческих задач. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет позволяют оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 14 «Аэродинамики и динамики полета» «13» 03 2023 года, протокол № 7.

Разработчик:

к.т.н., доцент Анисимов Ю.В. Гадимов  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 14 «Аэродинамики и динамики полета»  
к.т.н., доцент Баранов Н.Е.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП  
к.т.н., доцент Петрова Т.В.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «29» 05 2023 года, протокол № 8.