

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

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.П. Ларин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» июня 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология»  
(Наименование дисциплины)

|   |  |
|---|--|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 12.03.01   |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Приборостроение  |
| Наименование<br>направленности                        | Авиационные приборы и измерительно-вычислительные<br>комплексы |
| Форма обучения  | очная  |

Санкт-Петербург– 2022

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

23.06.22

Т.П.Мишура

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«23» июня 2022 г, протокол № 17

Заведующий кафедрой № 6

д.э.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

23.06.22

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 12.03.01(01)

ст. преп.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

23.06.22

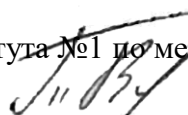
Б.Л. Бирюков

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

23.06.22

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Метрология» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.01 «Приборостроение» направленности «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ОПК-3 «Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении»

ОПК-5 «Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями»

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. Изучаются методические основы метрологии и качества измерений, виды, методы и методики измерений, 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  |
|----------------------------------|---|---|
| Универсальные компетенции        | УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений                 | УК-2.У.2 уметь использовать нормативную и правовую документацию   |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении | ОПК-3.3.1 знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации<br>ОПК-3.У.1 уметь выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования<br>ОПК-3.В.1 владеть способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-5 Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными   | ОПК-5.У.1 уметь разрабатывать проектную и конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями   |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Информатика
- Математика. Математический анализ
- Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
- Физика
- Химия
- Механика
- Материаловедение
- Электроника
- Правовые основы профессиональной деятельности
- Основы проектной деятельности
- Электроизмерительная техника
- Учебная ознакомительная практика

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

- Информационно-статистическая теория измерений
- Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы
- Надежность авиационных приборов и ИВК
- Контроль и диагностика ИВК
- Основы проектирования измерительно-вычислительных комплексов
- Методы цифровой обработки измерительной информации
- Системы сбора и обработки полетной информации
- Проектирование цифровых измерительно-вычислительных комплексов
- Системы сбора и обработки полетной информации
- Производственная проектно-конструкторская практика
- 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 |
|---|--------|---------------------------|
|   |        | №4                        |
| 1   | 2      | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b> | 3/ 108 | 3/ 108                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>     |        |                           |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>           | 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)                                  |        |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>      | 74     | 74                        |

|   |       |       |
|---|-------|-------|
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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 4   |              |               |          |          |           |
| Вводная лекция.<br>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.<br>Тема 1.1. Системы физических величин и единиц физических величин.<br>Тема 1.2. Понятие о шкалах.  | 4            |               | 4        |          | 20        |
| Раздел 2. Теоретические основы измерений.<br>Эффективное нахождение, оценка информации на основе использования интернет-сервисов, поисковых систем Яндекс, Google и на платформах «Профессиональные справочные системы Техэксперт, Консультант плюс».<br><br>Тема 2..1. Методы измерений.<br>Тема 2.2. Средства измерений.<br>Тема 2.3. Основы теории погрешностей. | 6            |               | 12       |          | 14        |
| Раздел 3. Основы обеспечения единства измерений<br>Тема 3.1. Структура государственной системы обеспечения единства измерений.<br>Тема 3.2. Эталонная база государственной системы обеспечения единства измерений.<br>Тема 3.3. Понятие метрологического обеспечения.<br>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. | <p>Цифровые инструменты в организации учебного процесса.</p> <p>Инструменты для организации совместной деятельности: LMS-платформа: Moodle, Blackboard, yandex-телемост. Возможности их использования для проведения лекций, консультаций, конференций, тестирования.</p> <p>Инструменты для организации онлайн-занятий: (интерактивная доска Miro).</p> <p>Инструменты для визуализации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформление результатов экспериментов с использованием графических редакторов Advanced Grapher, Dplot;</li> <li>- оформление классических презентаций: PowerPoint, Slides.io, Prezi, Google Slides.</li> </ul>  |
| 1               | <p>Раздел 1. Основные понятия современной метрологии.</p> <p>Тема 1.1 Современное состояние и перспективы развития измерений. Роль измерений в познании окружающего мира; основные понятия, связанные с объектами измерения; понятие о 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.</p> <p>Основное уравнение измерений. Аксиомы измерений.</p> <p>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</p>   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>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 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. Основные положения государственной системы стандартизации ГСС. Научная база стандартизации. Органы и службы стандартизации в России. Системы стандартизации и сертификации. Термины и определения в области сертификации. Схемы и системы сертификации. Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации. Органы по сертификации и испытательные лаборатории.</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.<br>2. Поверка микрометра             | 4                   |                                       | 2                    |
| 4         | Исследование непрерывных сигналов с помощью электронного осциллографа  | 4                   |                                       | 2                    |
|           | 1. Исследование импульсных сигналов с помощью электронного осциллографа<br>2. Поверка штангенциркуля   | 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 4, 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/<br>URL адрес  | Библиографическая ссылка  | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|---|---|---|
| <a href="http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=418">http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=418</a>   | Основы теоретической, прикладной и законодательной метрологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ш. Сулаберидзе, А. Г. Чуновкина, Т. П. Мишура ; С.-Петерб. 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.   |   |
| <a href="http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=418">http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=418</a>   | Основы метрологии = Fundamentals of Metrology : учебное пособие / В. В. Окрепилов [и др.] ; С.-Петерб. 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   |   |
| <a href="https://urait.ru/catalog/full/prikладnye-nauki-tehnika/metrologiya-standartizaciya-i-sertifikaciya?page=2">https://urait.ru/catalog/full/prikладnye-nauki-tehnika/metrologiya-standartizaciya-i-sertifikaciya?page=2</a> | 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: <a href="https://urait.ru/bcode/454287">https://urait.ru/bcode/454287</a> (дата обращения: 17.04.2020). |   |
| <a href="https://e.lanbook.com/book/176662">https://e.lanbook.com/book/176662</a>   | Остроух А.В., Суркова Н.Е. Системы искусственного интеллекта. – Издательство «Лань», 2021. – 228 С  |   |
| <a href="https://vk.com/@kiokaucozrurss-422688359-488210394">https://vk.com/@kiokaucozrurss-422688359-488210394</a>   | 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  |   |

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                                  |
|---|---|
| <a href="http://science.guap.ru">http://science.guap.ru</a>     | Научная и инновационная деятельность ГУАП     |
| <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a> | Справочно-правовая система «Консультант Плюс» |
| <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>         | 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;<br>Тесты; |

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

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 для зачета | Код индикатора |
|-------|------------------------------|----------------|
|       |                              |                |

|     |   |           |
|-----|---|-----------|
| 1.  | Физические величины как объект измерений.   | УК-2.У.2  |
| 2.  | Международная система единиц физических величин.  | УК-2.У.2  |
| 3.  | Системы физических величин (основные, производные, их размерности, уравнение связи физических величин)                                    | УК-2.У.2  |
| 4.  | Примеры систем единиц физических величин.   | УК-2.У.2  |
| 5.  | Относительные и логарифмические величины и единицы.   | УК-2.У.2  |
| 6.  | Понятие измерения. Современное состояние и перспективы развития измерений.  | ОПК-3.3.1 |
| 7.  | Составляющие элементов измерений (объект, единица, средство, результат, точность).  | ОПК-3.3.1 |
| 8.  | Шкалы измерений (наименований, порядка, интервалов, отношений, абсолютные, условные).   | ОПК-3.3.1 |
| 9.  | Понятие о средствах измерений, их классификация (определение, суть СИ, меры, измерительные преобразователи, приборы, установки, системы). | ОПК-3.3.1 |
| 10. | Классификация измерений (прямые, косвенные, совокупные, совместные, абсолютные, относительные и др.).                                     | ОПК-3.3.1 |
| 11. | Принципы, методы и методики измерений (непосредственной оценки, компенсационный метод).   | ОПК-3.3.1 |
| 12. | Эталоны, их назначение, область использования   | ОПК-3.У.1 |
| 13. | Мера электродвижущей силы (ЭДС).  | ОПК-3.У.1 |
| 14. | Меры индуктивности и взаимоиндуктивности.   | ОПК-3.У.1 |
| 15. | Меры электрического тока.   | ОПК-3.У.1 |
| 16. | Меры электрической емкости.   | ОПК-3.У.1 |
| 17. | Государственный эталон ОМА.   | ОПК-3.У.1 |
| 18. | Порядок проведения поверки и калибровки средств измерений. Поверочная схема.  | ОПК-3.У.1 |
| 19. | Метрологические характеристики средств измерений.   | ОПК-3.У.1 |
| 20. | Нормирование метрологических характеристик.   | ОПК-3.У.1 |
| 21. | Понятие погрешности СИ. Общая классификация погрешностей.   | ОПК-3.В.1 |
| 22. | Нормирование погрешностей СИ (аддитивной, мультипликативной, приведенной, дополнительной).  | ОПК-3.В.1 |
| 23. | Класс точности СИ, его обозначение.   | ОПК-3.В.1 |
| 24. | Погрешности измерений (определение, источники   | ОПК-3.В.1 |

|     |   |           |
|-----|---|-----------|
|     | погрешностей). Общая классификация.   |           |
| 25. | Систематические погрешности (причины возникновения, способы обнаружения и уменьшения).  | ОПК-3.В.1 |
| 26. | Случайные погрешности. Описание случайных погрешностей с помощью функций распределения. Законы распределения случайной величины.      | ОПК-3.В.1 |
| 27. | Нормальный закон распределения случайной величины (погрешности).  | ОПК-3.В.1 |
| 28. | Равномерный закон распределения случайной величины (погрешности).   | ОПК-3.В.1 |
| 29. | Треугольный закон распределения случайной величины (погрешности).   | ОПК-3.В.1 |
| 30. | Точечная оценка законов распределения результатов наблюдений.   | ОПК-3.В.1 |
| 31. | Интервальная оценка случайных погрешностей.   | ОПК-3.В.1 |
| 32. | Обнаружение и исключение грубых погрешностей из результатов наблюдений. Критерий трех сигм.   | ОПК-3.В.1 |
| 33. | Правила суммирования погрешностей.  | ОПК-3.В.1 |
| 34. | Косвенные погрешности   | ОПК-3.В.1 |
| 35. | Оценка результатов измерений при неравноточных измерениях.  | ОПК-3.В.1 |
| 36. | Метрологическое обеспечение на этапах жизненного цикла продукции: при разработке, производстве, испытаниях и эксплуатации.            | ОПК-5.У.1 |
| 37. | Основные работы по метрологическому обеспечению, выполняемые на различных стадиях жизненного цикла изделия.                           | ОПК-5.У.1 |
| 38. | Цель и задачи метрологической экспертизы.   | ОПК-5.У.1 |
| 39. | Нормативные документы по организации и порядок проведения метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации.. | ОПК-5.У.1 |
| 40. | Структура и задачи метрологической службы предприятия и ее связь органами государственной и ведомственной метрологической службой.    | ОПК-3.3.1 |
| 41. | Задачи Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сфере ОЕИ.   | ОПК-3.3.1 |
| 42. | Цели и принципы стандартизации. Основные понятия и термины в области стандартизации.  | ОПК-3.3.1 |
| 43. | Технический регламент, его содержание, порядок принятия.  | ОПК-3.3.1 |
| 44. | Документы в области стандартизации. Категории нормативных документов (стандартов) по стандартизации РФ.                               | ОПК-3.3.1 |

|     |   |           |
|-----|---|-----------|
| 45. | Основные принципы и методы стандартизации.<br>Параметрическая стандартизация. Параметрические ряды. | ОПК-3.3.1 |
| 46. | Сертификация. Определение. Цели и принципы подтверждения соответствия.                              | ОПК-3.3.1 |

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

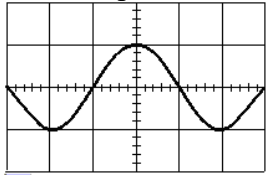
Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № 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 ...<br>системой калибровки средств измерений<br>утверждением типа средств измерений<br>=единством измерений<br>метрологическим контролем и надзором | ОПК-5.3.2      |
| 2     | Выбор средства измерения следует начинать с определения ...<br>=предела допускаемой погрешности измерения<br>реальной погрешности измерения<br>условий выполнения измерений<br>наличия в организации средств измерений  | ОПК-5.У.1      |
| 3     | Если для определения коэффициента линейного расширения материала измеряется длина и температура стержня, то измерения называют...<br>относительными<br>=совместными<br>совокупными<br>косвенными  | ОПК-5.У.1      |
| 5     | Учитываемая при выборе средства измерений обобщенная характеристика, выражаемая пределами его допускаемых погрешностей, – это ...<br>класс стабильности<br>погрешность меры<br>порог нормированности<br>=класс точности   | ОПК-5.У.1      |
| 6     | Метрологическими характеристиками средств измерений называются характеристики их свойств, ...<br>оказывающие влияние на объект измерения<br>учитывающие условия выполнения измерений<br>обеспечивающие метрологическую надежность<br>=оказывающие влияние на результаты и точность измерений  | ОПК-5.У.1      |

|    |  |           |
|----|--|-----------|
| 7  | <p>Погрешность, изменяющаяся случайным образом в серии повторных измерений одного и того же размера величины с одинаковой тщательностью, называется _____ погрешностью.</p> <p>систематической<br/>=случайной<br/>приведенной<br/>грубой</p>   | ОПК-5.У.2 |
| 8  | <p>При подаче на вход вольтметра образцового сигнала 1 В его показание составило 0,95 В. Погрешность измерения равна:</p> <p><math>\pm 0,5 \%</math><br/>=-0,05 В<br/><math>\pm 0,05</math> В<br/>+ 0, 05 В</p>  | ОПК-5.У.2 |
| 9  | <p>Если коэффициент развертки осциллографа равен 20 <math>\mu\text{s}</math>, то период сигнала равен...</p>  <p><math>80 \cdot 10^{-3} \text{ с}</math><br/>=<math>80 \cdot 10^{-6} \text{ с}</math><br/><math>40 \cdot 10^{-3} \text{ с}</math><br/><math>40 \cdot 10^{-6} \text{ с}</math></p> | ОПК-5.У.2 |
| 10 | <p>Методом измерений называется совокупность ...</p> <p>операций по повышению точности<br/>=приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей<br/>операций по повышению надежности<br/>использования принципов измерений физических явлений</p>  | ОПК-5.У.1 |
| 12 | <p>Научной основой обеспечения единства измерений является...</p> <p>=метрология<br/>стандартизированные методики выполнения измерений<br/>систематизация<br/>теоретическая база стандартизации</p>  | ОПК-5.У.3 |
| 13 | <p>По количеству измерительной информации измерения могут быть...</p> <p>=однократными<br/>=многократными<br/>косвенными<br/>совместными</p>   | ОПК-5.У.1 |
| 14 | <p>Что не является составляющей метрологического обеспечения</p> <p>Основы метрологического обеспечения.<br/>Нормативно-правовые основы метрологии.<br/>Метрологические службы и организации.<br/>=Система стандартизации</p>  | ОПК-5.3.1 |
| 15 | <p>Стадия жизненного цикла «Эксплуатация РЭО» не включает:</p> <p>выбор контролируемых параметров,<br/>выбор норм точности, допусков,<br/>выбор средств измерения, контроля и испытания<br/>=утверждение типа средств измерения</p>  | ОПК-5.3.1 |



|    |  |           |
|----|--|-----------|
| 16 | Выполнять метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации на новые изделия и технологические процессы должна...<br>=метрологическая служба юридического лица<br>центр стандартизации и метрологии<br>государственный научный метрологический центр (ГНМЦ)<br>метрологическая служба государственного органа управления   | ОПК-5.3.1 |
|    | Стандарт, описывающий передачу единицы от эталона к СИ – это...<br>гарантийный талон<br>технические условия<br>сертификат<br>=поверочная схема   | ОПК-3.3.1 |
|    | Организация и принципы стандартизации в РФ определены:<br>«Законом о защите прав потребителей»<br>2. =законом « О стандартизации»<br>постановлениями Правительства РФ<br>приказами Госстандарта РФ   | ОПК-3.3.1 |
|    | Госнадзор контролирует на предприятии:<br>соблюдения требований безопасности<br>=соблюдения обязательных требований государственных стандартов<br>саертифицированную продукцию   | ОПК-3.3.1 |
|    | Сертификат соответствия -<br>=это документ, выданный по правилам системы сертификации, сообщающий, что должным образом сертифицированная продукция (процесс, услуга) соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу,<br>это защищенный в установленном порядке знак, применяемый в соответствии с правилами системы сертификации, указывающий, что данная продукция (процесс, услуга) соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу,<br>это документ, выданный по правилам системы сертификации, сообщающий, что должным образом сертифицированная продукция (процесс, услуга) обеспечивает безопасность изделия. | ОПК-3.3.1 |

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

Метрология [Текст]: методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петерб. 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](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.-Петерб. 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.

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».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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