

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

Кафедра № 6

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Долг., К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)

Р.Н. Целмс

(инициалы, фамилия)

(подпись)

« 19 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология. Общая теория измерений»

(наименование дисциплины)

|   |   |
|---|---|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 27.05.02  |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Метрологическое обеспечение вооружения и военной<br>техники |
| Наименование<br>направления                           | Метрологическое обеспечение космических средств             |
| Форма обучения  | очная   |
| Год приема  | 2025  |

Санкт-Петербург – 2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф. Д.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

19.02.2025

Б.Я. Литвинов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«19» февраля 2025 г. протокол № 10-02/2025

Заведующий кафедрой № 6

Д.З.Н., проф.

(уч. степень, звание)

19.02.2025

В.В. Орепилов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФНТИ по методической работе

Долг., К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)

19.02.2025

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Метрология. Общая теория измерений» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 27.05.02 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» направленности «Метрологическое обеспечение космических средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-5 «Способен разрабатывать текстовую и конструкторско-техническую документацию»

ОПК-6 «Способен осуществлять постановку измерительной задачи, выполнять измерения параметров технических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять результаты измерений»

ПК-1 «Способен проводить анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации»

ПК-4 «Способен осуществлять поверку и калибровку средств измерений»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами измерения как процесса получения количественной информации, а также с теоретическими и фундаментальными знаниями, необходимыми для обеспечения единства измерений.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Целью преподавания дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области общей теории измерений, предоставление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области метрологии и метрологического обеспечения

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 ОПВО.

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-5 Способен разрабатывать текстовую и конструкторско-техническую документацию   | ОПК-5.3.1 знать законодательные и нормативно-правовые акты в области обеспечения жизненного цикла продукции<br>ОПК-5.У.1 уметь осуществлять метрологический анализ нормативной и технической документации<br>ОПК-5.В.1 владеть навыками работы с указателями нормативных документов; самостоятельно использовать правила проведения метрологического анализа производственной документации и процессов |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-6 Способен осуществлять постановку измерительной задачи, выполнять измерения параметров технических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять результаты измерений | ОПК-6.3.1 знать методики решения и постановки измерительных задач и методы обработки результатов измерений<br>ОПК-6.У.1 уметь выполнять измерения параметров технических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять результаты измерений<br>ОПК-6.В.1 владеть навыками разработки рекомендаций по улучшению качества процессов и систем на основе статистического анализа их состояния  |
| Профессиональные компетенции     | ПК-1 Способен проводить анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы   | ПК-1.3.1 знать нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению<br>ПК-1.3.3 знать область применения методов измерения<br>ПК-1.3.4 знать конструктивные особенности и принципы работы   |

|                              |   |  |
|------------------------------|---|--|
|                              | организации   | <p>средств измерения, технологические возможности в области применения средств измерения</p> <p>ПК-1.У.2 уметь определять потребность подразделения метрологической службы в оборудовании</p> <p>ПК-1.У.3 уметь устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля с учетом ошибок 1-го и 2-го рода.</p> <p>ПК-1.В.1 владеть навыками анализа состояния средств измерений, эталонов, поверочных схем, нормативных документов, регламентирующих работы по метрологическому обеспечению</p> |
| Профессиональные компетенции | ПК-4 Способен осуществлять поверку и калибровку средств измерений | <p>ПК-4.3.1 знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы поверки и калибровки средств измерений и эталонов; методики и средства поверки и калибровки средств измерений</p> <p>ПК-4.У.1 уметь определять необходимость разработки методики поверки (калибровки), составлять графики поверки (калибровки) средств измерений и эталонов</p> <p>ПК-4.В.1 владеть навыками подготовки и проведения поверки и калибровки средств измерений и оформления документации</p>                         |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- "Правовые основы профессиональной деятельности";
- "Математика. Математический анализ";
- "Физика".

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

- «Метрология. Обеспечение единства измерений»,
- «Цифровые методы и средства измерений»,
- «Методы и средства измерений».

## 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>   | 2/ 72     | 2/ 72                     |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   | 8         | 8                         |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>   | 51        | 51                        |
| в том числе:  |           |                           |
| лекции (Л), (час)   | 34        | 34                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  | 17        | 17                        |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   |           |                           |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |           |                           |
| экзамен, (час)  |           |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>  | 21        | 21                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. Зачет, экзамен (Зачет, Дифф. Зач, Экз.**) | Диф. Зач. | Диф. Зач..                |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 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   |              |               |          |          |           |
| Введение: цели и задачи при изучении курса                        | 2            |               |          |          | 1         |
| Раздел 1 Физические величины и их свойства                        |              |               |          |          |           |
| Тема 1.1. Свойства объектов измерений. Физические величины        | 2            |               |          |          | 1         |
| Тема 1.2. Размерность. Системы физических величин и их единиц     | 2            | 2             |          |          | 1         |
| Раздел 2.Измерение  |              |               |          |          |           |
| Тема 2.1. Измерение, измерительные шкалы                          | 2            |               |          |          | 1         |
| Тема 2.2. Классификация измерений                                 | 2            |               |          |          | 1         |
| Раздел 3.Результаты измерений                                     |              |               |          |          |           |
| Тема 3.1. Погрешность   | 2            | 2             |          |          | 1         |
| Тема 3.2. Элементы теории вероятности и математической статистики | 2            | 2             |          |          | 3         |
| Тема 3.3. Концепция неопределенности измерений                    | 2            | 6             |          |          | 3         |
| Тема 3.4. Критерии согласия                                       | 2            | 2             |          |          | 1         |
| Тема 3.5. Возмущающие факторы и исключение их влияния             | 2            | 2             |          |          | 1         |
| Раздел 4.Средства измерений                                       |              |               |          |          |           |

|   |    |    |   |   |    |
|---|----|----|---|---|----|
| Тема 4.1. Средства измерений и их классификация                                       | 2  | 1  |   |   | 1  |
| Тема .4.2. Основные направления в развитии метрологии и измерительной техники         | 2  |    |   |   | 1  |
| Раздел 5. Прикладная метрология   |    |    |   |   |    |
| Тема. 5.1 Прикладная метрология и ее задачи   | 2  |    |   |   |    |
| Раздел 6. Законодательная метрология  |    |    |   |   |    |
| Тема 6.1. Законодательная метрология как составная часть метрологического обеспечения | 1  |    |   |   |    |
| Тема 6.2. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»                                | 1  |    |   |   | 1  |
| Раздел 7. Компетентность метрологических лабораторий                                  |    |    |   |   |    |
| Тема 7.1. Требования к компетентности лабораторий согласно ГОСТ 17025-2019            | 2  |    |   |   | 1  |
| Раздел 8. Исторические аспекты метрологии   |    |    |   |   |    |
| Тема 8.1. Метрическая конвенция   | 1  |    |   |   | 1  |
| Тема 8.2. Эволюция подходов к обеспечению единства измерений                          | 1  |    |   |   | 1  |
| Заключение: подведение итогов изучения курса  | 2  |    |   |   | 1  |
| Итого в семестре:   | 34 | 17 |   |   | 21 |
| Итого   | 34 | 17 | 0 | 0 | 21 |
|   |    |    |   |   |    |

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.

Таблица4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела   | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий   |
|-----------------|---|
| Введение        | Цели и задачи при изучении курса, место метрологии среди других сфер экономической деятельности   |
| <b>Раздел 1</b> | Свойство и величина. Классификация величин. Величины измеряемые и оцениваемые. Физические величины, размерность, системы физических величин и их единиц.  |
| <b>Раздел 2</b> | Аксиомы метрологии, измерение как источник измерительной (количественной) информации. Измерительные шкалы. Классификация измерений.   |
| <b>Раздел 3</b> | Понятие погрешности при измерениях, классификация погрешностей. Элементы теории вероятности и математической статистики в метрологической деятельности. Концепция неопределенности измерений, неопределенности по типу А и типу В, расширенная неопределенность. Соответствие результатов измерений нормальному закону распределения вероятности, критерии согласия. Возмущающие факторы и методы их исключения при выполнении измерений. |

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Раздел 4</b>   | Средства измерений, их классификация, метрологические характеристики, классы точности. Основные направления в развитии метрологии и измерительной техники в условиях цифровизации.                            |
| <b>Раздел 5</b>   | Прикладная метрология как часть метрологического обеспечения. Основные задачи прикладной метрологии и проблемы метрологического обеспечения на производстве.  |
| <b>Раздел 6</b>   | Законодательная метрология как часть метрологического обеспечения в различных сферах экономической деятельности. Закон РФ "Об обеспечении единства измерений и его основные положения.                        |
| <b>Раздел 7</b>   | Требования к компетентности метрологических, калибровочных и испытательных лабораторий. Основные положения последней версии стандарта ГОСТ 17025-2019.  |
| <b>Раздел 8</b>   | Основные этапы развития метрологической деятельности, их влияние на современное состояние измерений. Метрическая конвенция и ее роль в обеспечении единства измерений на международном и национальном уровне. |
| <b>Заключение</b> | Подведение итогов изучения курса.   |

#### 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 |
|-----------|---|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 4 |   |                            |                     |                                       |                      |
| 1.        | Применение алгебры размерностей                   | Практическое занятие       | 2                   | 1                                     | 1                    |
| 2.        | Многократное измерение, доверительный интервал    | Практическое занятие       | 2                   | 1                                     | 3                    |
| 3.        | Построение гистограммы и исключение промахов      | Практическое занятие       | 2                   | 1                                     | 3                    |
| 4.        | Определение поправок                              | Практическое занятие       | 2                   | 1                                     | 3                    |
| 5.        | Однократное измерение, бюджет неопределенности    | Практическое занятие       | 2                   | 1                                     | 3                    |
| 6.        | Определение объема цилиндра                       | Практическое занятие       | 2                   | 1                                     | 3                    |
| 7.        | Метод наименьших квадратов и совместное измерение | Практическое занятие       | 2                   | 1                                     | 3                    |

|       |  |                      |    |   |   |
|-------|--|----------------------|----|---|---|
| 8.    | Критерии согласия, составной критерий                          | Практическое занятие | 2  | 1 | 3 |
| 9.    | Выбор средств измерений исходя из информации о классе точности | Практическое занятие | 1  |   | 4 |
| Всего |  |                      | 17 |   |   |

#### 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 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                                       |                      |
|                                 |                                 |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                                 |                     |                                       |                      |

#### 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) | 7          | 70             |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 7          | 7              |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 7          | 7              |
| Всего:  | 21         | 21             |

### 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) |
|  | Окрепилов В.В. Основы метрологии: Учебник / В.В. Окрепилов, Ю.А. Антохина, А.А. Оводенко, Е.Г. Семенова, В.Ш. Сулаберидзе, А.Г. Чуновкина. – СПб: ГУАП, 2018. – 595 с.                                | 50                       |
|  | Метрология. Общая теория измерений: учеб. пособие / Б.Я. Литвинов, А.И. Салащенко, Н.Н. Скориантов, Р.Н. Целмс – СПб.: ГУАП, 2023. – 82 с.  | 30                       |
| <a href="https://booksee.org/book/716554">https://booksee.org/book/716554</a>  | Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: Учебное пособие / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барбарович, Б.Я. Литвинов – СПб.: Питер. 2006. – 368 с. [Электронный ресурс] |                          |
| <a href="https://www.vniim.ru/si-2019.htm">https://www.vniim.ru/si-2019.htm</a>  | Брошюра «Международная система единиц SI» 2019 год  |                          |
| <a href="http://biblio.rii.kz/wp-content/uploads/Books/RUS/metrology/Г.А.Кондрашкова Метрология.pdf">biblio.rii.kz/wp-content/uploads/Books/RUS/metrology/Г.А.Кондрашкова Метрология.pdf</a> | Метрология: учебное пособие/ Г.А.Кондрашкова, А.В.Черникова, И.В.Бондаренкова, Г.А.Кнодель, И.С.Ковчин, В.П.Яковлев / СПбГТУРП. - СПб., 2011. – 153 с.  |                          |

#### 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://metrologu.ru">http://metrologu.ru</a>       | Главный форум метрологов                  |

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <a href="http://www.vniim.ru">http://www.vniim.ru</a> | ФГУП «ВНИИМ им.Д.И. Менделеева» |
|---|---------------------------------|

## 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                       |                                     |

## 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  |
|------------------------------|-----------------------------|
| Дифференциальный зачет       | Список вопросов;<br>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 | Характеристика сформированных компетенций |
|--------------------|---|
| 5-балльная шкала   |   |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций   |
|---------------------------------------|---|
| 5-балльная шкала                      |   |
| «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 зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена                 | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 1     | Закон РФ "Об обеспечении единства измерений"           | ОПК-5.3.1      |
| 2     | Государственная система обеспечения единства измерений |                |
| 3     | Единство измерений и поверочные схемы                  |                |
| 4     | Что такое величина, классификация величин              | ОПК-5У.1       |
| 5     | Метрическая конвенция, метрическая система единиц      |                |
| 6     | Что такое измерение?                                   | ОПК-5.В.1      |
| 7     | Количественная характеристика измеряемых величин       |                |
| 8     | Три основных положения метрологии                      |                |
| 9     | Измерительные шкалы                                    |                |
| 10    | Качественная характеристика измеряемых величин         | ОПК-6.3.1      |
| 11    | Системы физических величин и их единиц                 |                |
| 12    | Международная система единиц SI                        |                |

|    |   |           |
|----|---|-----------|
| 13 | Кратные и дольные единицы, их применение  | ОПК-6.У.1 |
| 14 | Погрешность результат измерений, точность   |           |
| 15 | Классификация погрешностей по характеру их проявления   |           |
| 16 | Случайные и систематические погрешности   |           |
| 17 | Правила округления при обработке результатов измерений  | ОПК-6.В.1 |
| 18 | Концепция неопределенности измерений  |           |
| 19 | Методы оценки неопределенности по типу А  |           |
| 21 | Методы оценки неопределенности по типу В  |           |
| 22 | Факторы, влияющие на результат измерений  | ПК-1.3.1  |
| 23 | Метрологическое обеспечение, составные части  |           |
| 24 | Основные элементы процесса измерений  | ПК-1.3.3  |
| 25 | Дискретные случайные величины и их описание   |           |
| 26 | Непрерывные случайные величины и их описание  |           |
| 27 | Числовые характеристики законов распределения вероятности   |           |
| 28 | Математическое ожидание и его основные свойства   |           |
| 29 | Дисперсия и ее основные свойства  |           |
| 30 | Многократное измерение  | ПК-1.3.4  |
| 31 | Поправки, исправленные и неисправленные результаты измерений  |           |
| 32 | Прوماхи и их исключение   | ПК-1.У.2  |
| 33 | Принцип и метод измерений   |           |
| 34 | Средства измерений и их основные функции  |           |
| 35 | Совместные и совокупные измерения   | ПК-1.У.3  |
| 36 | Классификация измерений по характеру оценивания точности  |           |
| 37 | Формы задания классов точности средств измерений  |           |
| 38 | Методика (выполнения) измерений   | ПК-1.В.1  |
| 39 | Индикаторы, детекторы и компараторы   |           |
| 40 | Классификация средств измерений   | ПК-4.3.1  |
| 41 | Классы точности средств измерений   |           |
| 42 | Мультипликативная и аддитивная полосы погрешностей, относительная и приведенная погрешности                               |           |
| 43 | Измерения прямые и косвенные  |           |
| 44 | Классификация средств измерений   |           |
| 45 | Измерительные преобразователи, их классификация   |           |
| 46 | Задача. Построение гистограммы  | ПК-4.У.1  |
| 47 | Задача. Обработка результатов однократного измерения  |           |
| 48 | Задача. Обработка результата многократного измерения  |           |
| 49 | Задача. Определить доверительный интервал   |           |
| 50 | Задача. Проверить размерность правой и левой частей уравнения   |           |
| 51 | Задача. Проверить правильность результата измерений   |           |
| 52 | Задача. Определить переводной коэффициент при измерениях в ярдах и метрах   |           |
| 53 | Задача. Определить числовое значение температуры, в градусах Цельсия исходя из результата измерения в градусах Фаренгейта |           |
| 54 | Задача. Определить числовое значение длины, в метрах исходя из результата измерения в дюймах                              | ПК-4.В.1  |
| 55 | Задача. Определить применимость средства измерений исходя из его класса точности  |           |
| 56 | Задача. Оценить неопределенность по типу А  |           |
| 57 | Задача. Оценить неопределенность по типу В  |           |
| 58 | Задача. Оценить суммарную неопределенность  |           |
| 59 | Задача. Выбрать средство измерений исходя из информации о   |           |

|  |                 |  |
|--|-----------------|--|
|  | классе точности |  |
|--|-----------------|--|

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16– Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

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

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 |
|-------|--|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |                |

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;

- 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)

### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся в следующих формах:

- моделирование ситуаций применительно к профилю профессиональной деятельности обучающихся;
- решение ситуационных задач;
- групповая дискуссия

Преподаватель при проведении занятий выполняет функцию консультанта, который направляет коллективную работу студентов на принятие правильного решения. Занятие осуществляется в диалоговом режиме, основными субъектами которого являются студенты.

### 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;

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 сдачи практических работ, допускается к собеседованию при прохождении аттестации в форме экзамена.

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:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 "Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП" [https://docs.guap.ru/guap/2020/sto\\_smk-3-76.pdf](https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf).

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений "О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования" и "О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП".

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 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |