

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

Кафедра № 6

УТВЕРЖАЮ
Руководитель направления

Долг. К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солоний

(инициалы, фамилия)



«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология»
(наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Робототехника
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Долг. К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

31.08.21

Т.П. Миндур
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6
«31» августа 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой № 6

Д.Э.Н., проф.

(подпись, дата)

31.08.21

В.В. Оврепильов
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 15.03.06(01)

Долг. К.Т.Н.

(подпись, дата)

31.08.21

О.Я. Солонья
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Долг. К.Э.Н., доц.

(подпись, дата)

31.08.21

Г.С. Ардашова-Телинг
(инициалы, фамилия)

Санкт-Петербург – 2021

Аннотация

Дисциплина «Метрология» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-2 «Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности»

ОПК-4 «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности»

ОПК-5 «Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил»

ОПК-8 «Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с подготовкой студента к решению организационных, научных и технических задач для осуществления сбора и обработки научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач. Рассматриваются основы обеспечения единства измерений; основные понятия законодательной и прикладной метрологии; стандартизации; принципы проведения измерительного эксперимента; правила обработки результатов измерения и оценивания погрешностей; основы метрологического обеспечения и метрологической экспертизы технической документации на различных этапах жизненного цикла,

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

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

Целью дисциплины является уяснение назначения, целей, задач, терминов и определений по вопросам метрологии, изучение единиц физических величин, методических основ метрологии и качества измерений, видов, методов и методик измерений. Подготовка к измерительному эксперименту, выполнение измерений с обработкой их результатов. Введение понятия о метрологическом обеспечении жизненного цикла продукции, а также метрологической экспертизы технической и конструкторской документации. Кроме того, целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с правовыми основами обеспечения единства измерений и российскими национальными и международными стандартами в области метрологии.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.3.1 знает источники получения профессиональной информации и информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности ОПК-2.У.1 умеет применять методы представления и алгоритмы обработки данных, использовать цифровые технологии для решения профессиональных задач ОПК-2.В.1 владеет навыками информационного обслуживания и обработки данных в области профессиональной деятельности

Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.3.1 знает принципы работы с современными цифровыми и программными средствами, в том числе отечественного производства ОПК-4.У.1 умеет применять современные цифровые и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности ОПК-4.В.1 владеет навыками разработки специальных цифровых программных средств и информационных технологий для обеспечения решения задач проектирования систем, конструирования механических и мехатронных модулей,
		управления и обработки информации
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5 Способен работать с нормативнотехнической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил	ОПК-5.В.1 владеет навыками составления технической документации на различных этапах жизненного цикла
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8 Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	ОПК-8.3.1 знает, как осуществлять экспертизу технической документации

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ,
- Информатика,
- Физика,
- Электротехника,
- Математика. Теория вероятностей и математическая статистика.

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

- Прикладная механика,
- Электроника,
- Надежность робототехнических систем,
- Проектирование электроприводов,
- Идентификация робототехнических систем,
- Производственная технологическая (проектно-технологическая) 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
Общая трудоемкость дисциплины,	3/ 108	3/ 108
ЗЕ/ (час)		
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

- 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					

Вводное занятие. Организация учебного процесса по дисциплине.	1		1		
Раздел 1. Техническое законодательство в области метрологии, стандартизации. Тема 1.1. Системный подход к вопросам качества продукции. Тема 1.2. . Федеральные законы, регламентирующие деятельность в области метрологии.	2				5
Раздел 2. Основные понятия современной метрологии Тема 2.1 Современное состояние и перспективы развития измерений. Тема 2.2. Основные характеристики измерений. Тема 2.3 Физические основы измерений, основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ).	4		4		20
Раздел 3. Теоретические основы измерений. Тема 3..1. Методы измерений. Тема 3.2. Основы теории погрешностей.	12		4		14
Раздел 4. Основы обеспечения единства измерений. Тема 4.1. Структура государственной системы обеспечения единства измерений. Тема 4.2. Эталонная база государственной системы обеспечения единства измерений.	9		8		6
Раздел 5. Метрологическое обеспечение жизненного цикла продукции. Тема 5.1. Этапы жизненного цикла. Тема 5.2. Основы метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации.	6				12
Итого в семестре:	34		17		57
Итого	34	0	17	0	57

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
---------------	---

<p>Вводное занятие. Организация учебного процесса по дисциплине.</p>	<p>Перспективные методы информационных технологий, направленные на организацию учебного процесса»: LMS-платформа: Moodle, Blackboard, Google, Презентации PowerPoint,</p>
<p>1</p>	<p>Раздел 1. Техническое законодательство в области метрологии, стандартизации Тема 1.1. Системный подход к вопросам качества продукции. Характеристика требований к качеству продукции. Тема 1.2. . Федеральные законы, регламентирующие деятельность в области метрологии. Закон “О техническом регулировании”. Элементы и принципы технического регулирования. Технические регламенты, их виды и содержание, порядок разработки и утверждения технических регламентов. Государственный контроль и надзор. ФЗ об обеспечении единства измерений. Цели и принципы. ФЗ о стандартизации. Принципы и функции стандартизации. Система стандартизации РФ (ГСС РФ), теоретические и научно-методические основы стандартизации, методы стандартизации, категории и виды стандартов, межотраслевые системы (комплексы) стандартов, региональная и международная стандартизация. Параметрическая стандартизация. Параметрические ряды. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.</p>
<p>2</p>	<p>Раздел 2. Основные понятия современной метрологии Тема 2.1 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</p>

	<p>системы СИ. Относительная величина. Логарифмическая величина.</p> <p>Эффективное нахождение, оценка информации по теме на основе использования интернет-сервисов, поисковых систем Яндекс, Google и на платформе «Профессиональные справочные системы Техэксперт, Консультант плюс».</p> <p>Тема 2.2. Основные характеристики измерений.</p> <p>Основное уравнение измерений. Аксиомы измерений.</p> <p>Понятие о шкалах. Типы шкал. Свойства шкал.</p> <p>Тема 2.3 Физические основы измерений, основные понятия, связанные со средствами измерений.</p> <p>Классификация средств измерений по метрологическому назначению. Классификация измерительных преобразователей. Метрологические характеристики средств измерений. Классификация метрологических характеристик. Нормирование метрологических характеристик. Классы точности средств измерений.</p>
--	---

3	<p>Раздел 3. Теоретические основы измерений.</p> <p>Тема 3..1. Методы измерений.</p> <p>Классификация методов измерений. Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные, совместные, статические, динамические, однократные, многократные, абсолютные, относительные.</p> <p>Метод непосредственной оценки.</p> <p>Методы сравнения с мерой: нулевой метод; дифференциальный метод; метод совпадений; метод замещения.</p> <p>Измерение физических величин различными типами средств измерений, включая цифровые. Средства измерения неэлектрических величин, измерительные преобразования и измерительные преобразователи.</p> <p>Особенности измерения силы тока, напряжения, сопротивления, мощности.</p> <p>Методы измерения углов. Инструменты для проверки углов: угловые плитки, шаблоны, угольники. Угломеры универсальные. Независимые и зависимые угловые размеры. Допуск угла, допуск угла конуса. Степени точности угловых размеров в зависимости от назначения.</p> <p>Плоскопараллельные концевые меры длины. Правила составления блока мер требуемого размера. Классификация гладких калибров и их назначение. Щупы и их назначения. Штангенинструменты: штангенциркуль и штангенглубиномер, штангенрейсмус. Устройство нониуса. Правила измерения и чтения размера. Микрометрические инструменты: микрометр, микрометрический глубиномер.. Цена деления барабана и стебля. Стопорное устройство. Чтение показаний, правила измерений. Контроль размеров деталей штриховыми инструментами. Тема 3.2. Основы теории погрешностей.</p> <p>Понятие погрешности измерений. Общая классификация погрешностей. Источники погрешностей; понятие многократного измерения; вероятностные оценки</p>
	<p>погрешности измерения; обработка результатов измерения. 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>

4	<p>Раздел 4. Основы обеспечения единства измерений.</p> <p>Тема 4.1. Структура государственной системы обеспечения единства измерений. Федеральные органы исполнительной власти, государственные научные метрологические институты, государственные региональные центры метрологии, метрологические службы. Правовые основы обеспечения единства измерений. Структура и функции метрологической службы предприятия.</p> <p>Тема 4.2. Эталонная база государственной системы обеспечения единства измерений.</p> <p>Классификация эталонов. Основные требования к государственным эталонам. Передача размера единицы физической величины. Государственные первичные эталоны основных физических единиц.</p>
5	<p>Раздел 5. Метрологическое обеспечение жизненного цикла продукции.</p> <p>Тема 5.1. Этапы жизненного цикла.</p> <p>Процессы жизненного цикла продукции, обеспечение качества продукции на всех этапах жизненного цикла. Технологии информационной поддержки этапов жизненного цикла продукта (CALS/ИПИ-технологии и их особенности). Содержание технологического процесса. Технологические операции контроля, регулировки, настройки; виды и перечень документации, необходимой для проведения этих работ. Структура и функции метрологической службы предприятия.</p> <p>Тема 5.2. Основы метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации. Цель и задачи метрологической экспертизы. Нормативные документы по организации и порядок проведения метрологической экспертизы. Виды документов, подвергаемых метрологической экспертизе.</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 4				
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Введение. LMSплатформа: Moodle, Blackboard, Prezi, Google Slides, интерактивная доска Miro, yandex-телемост. Требования к выполнению лабораторных работ и оформлению отчетов.	1		Введение
2	Измерение постоянных напряжений	4		2
3	Проверка микрометра	4		4
4	Исследование непрерывных сигналов с помощью электронного осциллографа	4		3
5	Проверка штангенциркуля	4		4
Всего		17		

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)	29	29
Расчетно-графические задания (РГЗ)	12	12
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	8	8
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	57	57

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

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

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8. Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=418	<p>Техническое регулирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ш. Сулаберидзе, А. Г. Чуновкина, Е.А.Скорнякова ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2020. - 223 с.</p>	
http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=418	<p>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.</p>	
http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=418	<p>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</p>	
https://e.lanbook.com/book/176662	<p>Остроух А.В., Суркова Н.Е. Системы искусственного интеллекта. – Издательство «Лань», 2021. – 228 С</p>	

https://vk.com/@kiokaucozrurss-422688359-488210394	Уорд, Б. Инновации SQL Server 2019. Использование технологий больших данных и машинного обучения / Боб Уорд ; пер. с англ. Н. Б. Желновой. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 408 с. - ISBN 978-5-97060-595-0	
https://files.stroyinf.ru/Data/1/0/10844/index.htm	Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ О техническом регулировании (с изменениями от 8 августа 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г., 23 июля 2008 г., 18 июля, 23 ноября, 30 декабря 2009 г.)	
http://www.consultant.ru/document/conc_doc_LAW_117367	Закон “Об обеспечении единства измерений” [Электронный ресурс]. – Режим доступа : , свободный.	
https://files.stroyinf.ru/Data/88/8875.pdf	ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 10000-1-99. Информационная технология. Основы и технология функциональных стандартов. Часть 1. Основные положения и основы документирования., с.14. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : свободный.	
https://znanium.com/catalog/document?id=373502	Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Иванов А.А. и др. – М: ИНФРА-М, 2021. 301 стр.	

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

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

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

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

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10. Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты;

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	

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

Вопросы для зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для зачета

№ п/п	Перечень вопросов для зачета	Код индикатора
1.	Физические величины как объект измерений.	ОПК-2.3.1
2.	Международная система единиц физических величин.	ОПК-2.3.1
3.	Системы физических величин (основные, производные, их размерности, уравнение связи физических величин)	ОПК-2.3.1
4.	Примеры систем единиц физических величин.	ОПК-2.3.1
5.	Относительные и логарифмические величины и единицы.	ОПК-2.3.1
6.	Структура Федерального закона «Об обеспечении единства измерений».	ОПК-2.3.1
7.	Эталоны, их назначение, область использования	ОПК-2.3.1
8.	Мера электродвижущей силы (ЭДС).	ОПК-2.3.1
9.	Меры индуктивности и взаимоиндуктивности.	ОПК-2.3.1
10.	Меры электрического тока.	ОПК-2.3.1
11.	Меры электрической емкости.	ОПК-2.3.1
12.	Государственный эталон ОМА.	ОПК-2.3.1
13.	Поверочная схема.	ОПК-2.3.1
14.	Задачи Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сфере ОЕИ.	ОПК-2.3.1
15.	Основные понятия и термины в области стандартизации.	ОПК-2.3.1
16.	Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел	ОПК-2.3.1
17.	Основные принципы и методы стандартизации. Параметрическая стандартизация. Параметрические ряды.	ОПК-2.3.1
18.	Понятие измерения. Современное состояние и перспективы развития измерений.	ОПК-2.У.1
19.	Составляющие элементов измерений (объект, единица, средство, результат, точность).	ОПК-2.У.1
20.	Задачи метрологии и ее роль в теории познания.	
21.	Шкалы измерений (наименований, порядка, интервалов, отношений, абсолютные, условные).	ОПК-2.У.1
22.	Понятие о средствах измерений, их классификация (определение, суть СИ, меры, измерительные преобразователи, приборы, установки, системы).	ОПК-2.У.1
23.	Классификация измерений (прямые, косвенные, совокупные, совместные, абсолютные, относительные и др.).	ОПК-2.У.1
24.	Принципы, методы и методики измерений (непосредственной оценки, компенсационный метод).	ОПК-2.У.1
25.	Особенности измерения силы тока, напряжения, сопротивления, мощности.	ОПК-2.У.1
26.	Методы и инструменты измерения углов	ОПК-2.У.1
27.	Плоскопараллельные концевые меры длины.	ОПК-2.У.1

28.	Метрологический контроль и надзор как неотъемлемая составная часть работ по МО.	ОПК-2.В.1
29.	Структура и задачи метрологической службы предприятия и ее связь органами государственной и ведомственной метрологической службой.	ОПК-2.В.1
30.	Погрешности измерений (определение, источники погрешностей). Общая классификация.	ОПК-4.3.1
31.	Систематические погрешности (причины возникновения, способы обнаружения и уменьшения).	ОПК-4.3.1
32.	Случайные погрешности. Описание случайных погрешностей с помощью функций распределения. Законы распределения случайной величины.	ОПК-4.3.1
33.	Нормальный закон распределения случайной величины (погрешности).	ОПК-4.3.1
34.	Равномерный закон распределения случайной величины (погрешности).	ОПК-4.3.1
35.	Треугольный закон распределения случайной величины (погрешности).	ОПК-4.3.1
36.	Точечная оценка законов распределения результатов наблюдений.	ОПК-4.3.1
37.	Интервальная оценка случайных погрешностей.	ОПК-4.3.1
38.	Косвенные погрешности	ОПК-4.3.1
39.	Метрологические характеристики средств измерений.	ОПК-4.У.1
40.	Нормирование метрологических характеристик.	ОПК-4.У.1
41.	Понятие погрешности СИ. Общая классификация погрешностей.	ОПК-4.У.1
42.	Нормирование погрешностей СИ (аддитивной, мультипликативной, приведенной, дополнительной).	ОПК-4.У.1
43.	Класс точности СИ, его обозначение.	ОПК-4.У.1
44.	Правила суммирования погрешностей.	ОПК-4.У.1
45.	Обнаружение и исключение грубых погрешностей из результатов наблюдений. Критерий трех сигм.	ОПК-4.В.1
46.	Оценка результатов измерений при неравноточных измерениях.	ОПК-4.В.1
47.	Метрологическое обеспечение на этапах жизненного цикла продукции: при разработке, производстве, испытаниях и эксплуатации.	ОПК-5.В.1
48.	Основные работы по метрологическому обеспечению, выполняемые на различных стадиях жизненного цикла изделия.	ОПК-5.В.1
49.	Цель и задачи метрологической экспертизы.	ОПК-8.3.1
50.	Нормативные документы по организации и порядок проведения метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации..	ОПК-8.3.1

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

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

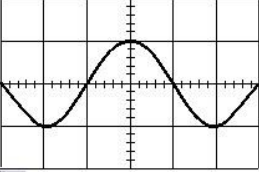
№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

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 узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью, называется ... системой калибровки средств измерений утверждением типа средств измерений =единством измерений метрологическим контролем и надзором	ОПК-2.3.1
2	Выбор средства измерения следует начинать с определения ... =предела допускаемой погрешности измерения реальной погрешности измерения условий выполнения измерений наличия в организации средств измерений	ОПК-2.У.1
3	Если для определения коэффициента линейного расширения материала измеряется длина и температура стержня, то измерения называют... относительными =совместными совокупными косвенными	ОПК-2.У.1
5	Учитываемая при выборе средства измерений обобщенная характеристика, выражаемая пределами его допускаемых погрешностей, – это ... класс стабильности	ОПК-2.У.1
	погрешность меры порог нормированности =класс точности	

6	<p>Метрологическими характеристиками средств измерений называются характеристики их свойств, ...</p> <p>оказывающие влияние на объект измерения</p> <p>учитывающие условия выполнения измерений</p> <p>обеспечивающие метрологическую надежность</p> <p>=оказывающие влияние на результаты и точность измерений</p>	
7	<p>Погрешность, изменяющаяся случайным образом в серии повторных измерений одного и того же размера величины с одинаковой тщательностью, называется _____ погрешностью.</p> <p>систематической</p> <p>=случайной</p> <p>приведенной</p> <p>грубой</p>	ОПК-4.У.1
8	<p>При подаче на вход вольтметра образцового сигнала 1 В его показание составило 0,95 В. Погрешность измерения равна: $\pm 0,5 \%$</p> <p>$=-0,05 \text{ В}$</p> <p>$\pm 0,05 \text{ В}$</p> <p>$+ 0,05 \text{ В}$</p>	ОПК-4.3.1
9	<p>Если коэффициент развертки осциллографа равен 20 $\mu\text{с}$, то период сигнала равен...</p>  <p>$80 \cdot 10^3 \text{ с}$</p> <p>$= 80 \cdot 10^6 \text{ с}$</p> <p>$40 \cdot 10^3 \text{ с}$</p> <p>$40 \cdot 10^6 \text{ с}$</p>	
10	<p>Методом измерений называется совокупность ... операций по повышению точности</p> <p>=приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей</p> <p>операций по повышению надежности</p> <p>использования принципов измерений физических явлений</p>	ОПК-2.У.1
12	<p>Научной основой обеспечения единства измерений является...</p> <p>=метрология</p> <p>стандартизированные методики выполнения измерений систематизация теоретическая база стандартизации</p>	ОПК-2.3.1
13	<p>По количеству измерительной информации измерения могут быть...</p> <p>=однократными</p> <p>=многократными</p> <p>косвенными совместными</p>	ОПК-4.3.1

14	Что не является составляющей метрологического обеспечения	ОПК-5.В.1
	Основы метрологического обеспечения. Нормативно-правовые основы метрологии. Метрологические службы и организации. =Система стандартизации	
15	Стадия жизненного цикла «Разработка продукции» не включает: выбор контролируемых параметров, выбор норм точности, допусков, выбор средств измерения, контроля и испытания =утверждение типа средств измерения	ОПК-5.В.1
16	Выполнять метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации на новые изделия и технологические процессы должна... =метрологическая служба юридического лица центр стандартизации и метрологии государственный научный метрологический центр (ГНМЦ) метрологическая служба государственного органа управления	ОПК-8.3.1

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, ее 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, приходиться 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, расчетноаналитической частей и контрольных мероприятий.

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

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;

- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.
- использование персональной вычислительной техники для работы с файлами и прикладными программами ([Microsoft Word](#), [OpenOffice.org Writer](#).) и с внешними носителями информации и устройствами ввода-вывода информации (Яндекс.Диск);
- применение графических редакторов Graph, Advanced Grapher или Dplot при оформлении отчетов по лабораторным работам.
- проведение необходимых расчетов при обработке результатов измерений с использованием программных продуктов Matlab, LabVIEW, Excel.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

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

Выполнение лабораторной работы состоит из трех этапов:

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

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

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

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

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

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

Структура и форма отчета о лабораторной работе выкладываются в начале семестра в личном кабинете в разделе «Материалы»
<https://pro.guap.ru/inside#materials>.

Отчет о лабораторной работе должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам исследований .

На титульном листе должны быть указаны: название дисциплины, название лабораторной работы, фамилия и инициалы

преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

Основная часть должна содержать задание, результаты экспериментально-практической работы, расчетно-аналитические материалы, листинг кода/скрин экрана.

Выводы по проделанной работе должны содержать основные результаты по работе 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.

В течение семестра студенты

- защищают лабораторные работы (4 шт);

- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице 18. Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

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

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется по вопросам теста (табл. 18). Оценивание текущего контроля успеваемости, оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

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».

В течение семестра для допуска к зачету студенту необходимо сдать не менее 50% лабораторных работ, выполнить тестирования в среде LMS не ниже оценки "удовлетворительно". Далее студент допускается к собеседованию или итоговому тестированию на зачете.

Зачет выставляется на основании выполненных в течение семестра четырех лабораторных работ и написании итогового тестирования или прохождения собеседования по вопросам к зачету (табл.16). Форма проведения промежуточной аттестации – устная.

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.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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