

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

ДОЦ.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Шагомиров

(инициалы, фамилия)



(подпись)

26 июня 2024г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология, стандартизация и сертификация»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения
Наименование направленности	Автоматизированные системы обработки информации и управления
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц.,к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



26.06.24

(подпись, дата)

К.В.Епифанцев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«26» 06 2024 г, протокол № 14

Заведующий кафедрой № 6

д.э.н.,проф.

(уч. степень, звание)



26.06.24

(подпись, дата)

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



26.06.24

(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения» направленности «Автоматизированные системы обработки информации и управления». Дисциплина реализуется кафедрой «№6». Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с подготовкой к решению организационных, научных и технических задач при внедрении метрологического обеспечения технологических процессов производства. Рассматриваются основы проведения измерения физических величин, теория погрешности измерения, правила обработки результатов измерения и оценивания погрешностей с применением современных информационных технологий и технических средств, а также стандартных вероятностно-статистических методов анализа экспериментальных данных. Изучаются методические основы метрологии и качества измерений, виды, методы и методики измерений, 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 обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области обеспечения единства измерений, национальными и международными стандартами в области профессиональной деятельности, основами проведения физического эксперимента, получение знаний по теории погрешности измерения, правилам обработки результатов измерения. Также важной составляющей является получение умения оценивать погрешности с применением современных информационных технологий и технических средств, включая стандартные вероятностно-статистические методы анализа экспериментальных данных, изучение методических основ метрологии, видов, методов и методик измерений, правовых основ обеспечения единства измерений, вопросов стандартизации и сертификации.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

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

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Основы проектной деятельности»,
- «Физика»,
- «Информатика»
- «Электротехника»,
- «Электроника»

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

- «Микропроцессорные системы»

- «Производственная практика проектная»
- «Производственная преддипломная практика»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

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

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 5					
Раздел 1. Современное состояние и перспективы развития измерений.	3		3		14
Раздел 2. Физические основы измерений, основные понятия, связанные теорией измерений (СИ)	3		3		16
Раздел 3. Классификация измерений и средств измерений.	3		4		15
Раздел 4. Методы измерения физических величин	4		3		15
Раздел 5. Системы учета передаваемой информации. Главные эталоны по передаче информации	4		4		14
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
Раздел 1	Тема 1.1 Роль измерений в познании окружающего мира. Тема 1.2 Научная, техническая и организационная база метрологии – науки об измерениях. Основы обеспечения единства измерений. Тема 1.3 Метрологическая экспертиза и контроль качества производства печатных плат
Раздел 2	Тема 2.1 Основные фундаментальные законы. Тема 2.2. Основы теории измерений. Тема 2.3. Понятие погрешности измерений; источники погрешностей; понятие многократного измерения; вероятностные оценки погрешности измерения; обработка результатов измерения.
Раздел 3	Тема 3.1 Классификация измерений и средств измерений. Метрологические характеристики средств измерения, нормирование метрологических характеристик. Классы точности средств измерений.
Раздел 4	Тема 4.1 Измерение электрических сопротивлений. Основные причины возникновения погрешностей при измерении. Методы измерения сопротивлений (метод амперметра и вольтметра). Модификация метода амперметра и вольтметра. Мостовые методы измерения сопротивлений. Измерение малых сопротивлений. Измерение комплексных сопротивлений. Измерение мощности. Тема 4.2 Измерение электрических сигналов с помощью осциллографа. Электронно-лучевые осциллографы. Структурная схема универсального осциллографа. Измерение частоты и сдвига фаз с помощью осциллографа. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристика. Тема 4.2 Основные метрологические характеристики осциллографов. Классы точности измерительных электрических приборов Тема 4.4. ГОСТ 8.417-2002 Единицы величин
Раздел 5	Тема 5.1 Системы учета передаваемой информации. Тема 5.2 Основные эталоны времени и частоты. Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени Тема 5.3 Основные эталоны радиотехнических и радиоэлектронных измерений. ГЭТ 180-2010. Государственный первичный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний. ГЭТ 182-2010. Государственный первичный специальный эталон единицы импульсного электрического напряжения с длительностью импульса от $4 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ с. ГЭТ 188-2010. Государственный

	<p>первичный эталон единицы коэффициента гармоник в диапазоне от 0,001 до 100 % для сигналов с основной гармоникой в диапазоне частот от 10 до 200000 Гц. ГЭТ 193-2011.</p> <p>Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц. ГЭТ 200-2023. Государственный первичный эталон единицы количества переданной (принятой) информации (данных) и единиц величин параметров пакетных сетей передачи данных</p> <p>Тема 5.4 Теорема Котельникова</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					
Всего					

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	Расчет и исследование преобразователей и стабилизаторов напряжения в среде Falstad	2	4	5
2	Измерение постоянных напряжений	2	4	4
3	Исследование линейного и нелинейного преобразователя с помощью цифрового осциллографа	2	4	4
4	Измерение токов разных форм	2	4	4
5	Исследование непрерывных сигналов с помощью электронного осциллографа	2	4	5
6	Исследования основных метрологических характеристик электромеханических измерительных приборов	2	4	3
7	Исследование шероховатости микросхем на цифровом портативном профилометре TR 220	2	4	2
8	Моделирование работы ГЭТ 200-2023. «Государственный первичный эталон единицы количества переданной (принятой) информации (данных) и единиц величин параметров пакетных сетей передачи данных». Метрологическая экспертиза	3	4	5

	чертежа			
		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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	54	54
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

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

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://znanium.com/catalog/document?id=365953	Топильский, В. Б. Микроэлектронные измерительные преобразователи : учебное пособие/ В. Б. Топильский. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 496 с. - ISBN 978-5-00101-720-2. - Текст : электронный. -	

	Т. П. Мишура. 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.	10
	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов. Учебно-методическое пособие. Сост. К.В. Епифанцев. СПб, ГУАП, 2023, 47 с.	10
https://znanium.com/catalog/product/1858811	Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения : учебное пособие / К. О. Петросянц, П. А. Козынько, Н. И. Рябов [и др.] ; под. ред. д-ра техн. наук К. О. Петросянца. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. - 556 с. - ISBN 978-5-91359-213-2.	
https://znanium.com/catalog/product/1201949	Топильский, В. Б. Микроэлектронные измерительные преобразователи : учебное пособие/ В. Б. Топильский. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 496 с. - ISBN 978-5-00101-720-2.	
https://znanium.com/catalog/product/1758031	Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений : учебное пособие / В.Ф. Пелевин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8.	
https://znanium.com/catalog/product/1168650	Мартюшев, Д. А. Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти и газа : учебное пособие / Д. А. Мартюшев, А. В. Лекомцев. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 340 с. - ISBN 978-5-9729-0478-5. - Текст : электронный	
https://znanium.com/catalog/product/1600420	Этингоф, М. И. Приборы для линейных измерений : учебное пособие / М.И. Этингоф. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 264 с. - ISBN 978-5-16-109631-4.	
	Теория и расчет измерительных преобразователей. Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине / Сост. К.В. Епифанцев. СПб, ГУАП, 2023, 83 с	10
https://znanium.com/catalog/product/1882575	Грибанов, Д. Д. Основы метрологии, сертификации и стандартизации : учебное пособие / Д.Д. Грибанов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 140 с.	
	Т. П. Мишура, К. В. Епифанцев. Исследование метрологических характеристик электро-механических приборов. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Сост. К.В.	10

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://www.gostinfo.ru/pages/Infizd/izmer_texn/	Метрология и измерительная техника. – Журнал. – Выходит ежемесячно: РЖ : Отд. Вып. – М.: ВИНТИ, 1963 - . – 2015г.
https://easyeda.com/ru	Программа с открытым кодом для создания печатных плат
https://www.vniiftri.ru/	Эталоны Всероссийского НИИ физико-технических радиоизмерений
https://docs.cntd.ru/document/1200166732	Электронный фонд нормативной информации «Техэксперт»
https://www.vniim.ru/index.html	сайт Всероссийского НИИ метрологии им Д.И. Менделеева
Circuit Simulator Applet (falstad.com)	Программа с открытым кодом для проектирования преобразователей и приборов
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	Лаборатория метрологии и технических измерений	52-51

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	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; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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 (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
1	Какие ФЗ вы можете назвать в области обеспечения единства измерений метрологии	ОПК-2.3.1
2	Какие законы естественных наук определяют работу эталона Ампера?	ОПК-2.3.1
3	Какие основные фундаментальные законы лежат в основе принципов работы средств измерений?	ОПК-2.3.1
4	Какие существуют Аксиомы метрологии. Измерительные шкалы.	ОПК-2.3.1
5	Какие законы естественных наук определяют существование 7 основных единиц ФВ . Приведите примеры основных, производных, внесистемных, логарифмических величин	ОПК-2.3.1
6	Что необходимо учесть при организации проведения измерительного эксперимента, чтобы обеспечить требуемую точность измерений?	ОПК-2.3.1
7	Что такое метрологические характеристики средств измерений, для чего их нормируют?	ОПК-2.3.1
8	Проанализируйте факторы, влияющие на результат измерений. Как обнаружить и исключить ошибки.	ОПК-2.У.1
9	Проанализируйте разновидности измерений. Прямые и косвенные измерения. Совместные измерения. Совокупные измерения. В каких случаях их используют в эксперименте?	ОПК-2.У.1
10	Проанализируйте, что означает класс точности средства измерений. Как выбрать средство измерений для проведения эксперимента по классу точности?	ОПК-2.У.1
11	Проанализируйте, в каких случаях необходимы однократные и многократные измерения? Как оценивается точность результата измерений в обоих случаях?	ОПК-2.У.2
12	Проанализируйте, какими методами и средствами измерений можно измерить силу постоянного тока? Чем определяется погрешность измерений?	ОПК-2.У.2
13	Проанализируйте, какие методы и приборы для измерения силы переменного тока? Чем определяется погрешность измерений?	ОПК-2.У.2
14	Проанализируйте, какими методами и средствами измерений можно	ОПК-2.У.2

	измерить силу переменного тока? Чем определяется погрешность измерений?	
15	Проанализируйте, какими методами и средствами измерений можно измерить сопротивление? Основные причины возникновения погрешностей при измерении?	ОПК-2.У.2
16	Проанализируйте, в чем особенности измерения малых и комплексных сопротивлений?	ОПК-2.У.2
17	Проанализируйте, какими методами и средствами измерений можно измерить силу переменного тока? Чем определяется погрешность измерений?	ОПК-2.У.2
18	Проанализируйте, какие схемы включения ваттметра позволяют получить наименьшую погрешность при измерении?	ОПК-2.У.2
19	Оцените, какие параметры гармонического сигнала можно измерить с помощью осциллографа? Чем определяется погрешность измерений?	ОПК-2.В.1
20	Проверьте расчет: для цифрового измерительного прибора рассчитать зависимость абсолютных и относительных основных погрешностей $\Delta x=f(x)$, $\delta x=f(x)$ от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков. Исходные данные для указанного преподавателем варианта представлены в табл. 2 (Приложение Б).	ОПК-2.У.2
21	Проверьте расчет: для прибора с преобладающими аддитивными погрешностями рассчитать значения абсолютных, относительных и приведенных основных погрешностей измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков зависимостей рассчитанных погрешностей от результатов измерений $\Delta x=f(x)$, $\delta x=f(x)$, $\gamma x=f(x)$. Исходные данные для указанного преподавателем варианта представлены в табл. 3 (Приложение В).	ОПК-2.У.2
22	Что такое метрологические характеристики средств измерений, для чего их нормируют?	ОПК-2.3.1
23	Проанализируйте факторы, влияющие на результат измерений. Как обнаружить и исключить ошибки.	ОПК-2.У.1
24	Проанализируйте разновидности измерений. Прямые и косвенные измерения. Совместные измерения. Совокупные измерения. В каких случаях их используют в эксперименте?	ОПК-2.У.1
25	Проанализируйте, что означает класс точности средства измерений. Как выбрать средство измерений для проведения эксперимента по классу точности?	ОПК-2.У.2
26	Оцените, в каких случаях необходимы однократные и многократные измерения? Как оценивается точность результата измерений в обоих случаях?	ОПК-2.У.2

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

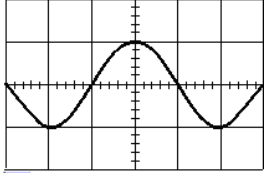
Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ 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
Перечень вопросов для текущего/промежуточного контроля		
1	<p>Как понимать состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью? Оно называется ... (Раздел 1)</p> <p>а). системой калибровки средств б). измерений утверждением типа средств измерений в). единством измерений г). метрологическим контролем и надзором</p>	ОПК-2.3.1
2	<p>Как вы думаете, с чего следует начинать выбор средства измерения? Его следует начинать с ... (Раздел 1)</p> <p>а). предела допускаемой погрешности измерения б). реальной погрешности измерения в). условий выполнения измерений г). наличия в организации средств измерений</p>	
3	<p>Проанализируйте, если для определения коэффициента линейного расширения материала измеряется длина и температура стержня, то измерения называют... (Раздел 1)</p> <p>а). относительными б). совместными в). совокупными г). косвенными</p>	ОПК-2.У.1
5	<p>Проанализируйте фразу и закончите ее: «Учитываемая при выборе средства измерений обобщенная характеристика, выражаемая пределами его допускаемых погрешностей, – это ...» (Раздел 1)</p> <p>а). класс стабильности б). погрешность меры в). порог нормированности г). класс точности</p>	ОПК-2.У.1
6	<p>Проанализируйте фразу и закончите ее: «Метрологическими характеристиками средств измерений называются характеристики их свойств, ...»(Раздел 1)</p> <p>а). оказывающие влияние на объект измерения б). учитывающие условия выполнения измерений в). обеспечивающие метрологическую надежность г). оказывающие влияние на результаты и точность измерений</p>	
7	<p>Проанализируйте погрешности, изменяющейся случайным образом в серии повторных измерений одного и того же размера величины с одинаковой тщательностью. Как бы вы ее назвали? (Раздел 1)</p> <p>а). систематической б). случайной в). приведенной г). грубой</p>	ОПК-2.У.1

8	<p>Проанализируйте, как решить задачу: «При подаче на вход вольтметра образцового сигнала 1 В его показание составило 0,95 В». Погрешность измерения равна: (Раздел 5)</p> <p>а). $\pm 0,5 \%$ =б). -0,05 В в). $\pm 0,05 \text{ В}$ г). $+ 0,05 \text{ В}$</p>	ОПК-2.У.2
9	<p>Найдите собственное решение задачи: «Если коэффициент развертки осциллографа равен 20 $\mu\text{с}$, то период сигнала равен...» (Раздел 5)</p>  <p>а). $80 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ б). $80 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ в). $40 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ г). $40 \cdot 10^{-6} \text{ с}$</p>	
10	<p>Проанализируйте, как проходит калибровка прибора (Раздел 5)</p> <p>а). методом сравнения измеряемой величины прибора с прибором наивысшего класса точности б). методом операций по повышению надежности прибора с вмешательством в конструкцию прибора в). калибровка проходит методом лишь теоретических расчетов, прибор не задействован</p>	ОПК-2.У.1
12	<p>Что является научной основой обеспечения единства измерений (Раздел 1)</p> <p>а). метрология б). стандартизированные методики выполнения измерений в). систематизация г). теоретическая база стандартизации</p>	ОПК-2.3.1
13	<p>Назовите какие измерения могут быть по количеству измерительной информации... (Раздел 1)</p> <p>а). однократными б). многократными в). косвенными г). совместными</p>	ОПК-2.3.2
14	<p>Назовите, какой десятичной степени соответствует приставка «нано» (Раздел 1)?</p> <p>а) 10^{-6}; б) 10^{-12}; с) 10^{-9}; д) 10^{-3}.</p>	ОПК-2.У.1
15	<p>Укажите, как называются датчики, в которых к одному преобразователю подключается ряд сенсоров, воспринимающих различные или однотипные величины (Раздел 1)?</p> <p>а) Средства измерений; б) многофункциональные; с) комплексные; мультисенсорные.</p>	ОПК-2.У.1

16	<p>Определите правильную запись, обозначенную на чертеже отверстия (Раздел 1)</p> <p>a) $\text{Ø}40+0,025$ b) $\text{Ø}40p7H7$ c) $40p7(+0,025;-0,34)$</p>	ОПК-2.У.1
17	<p>Как называется график, изображенный на осциллографе (Раздел 5):</p> <p>a) Осциллограмма b) График частотной характеристики c) График профиля</p>	ОПК-2.У.1
18	<p>Исследуйте, калибруется осциллограф? (Раздел 3)</p> <p>a) С помощью круговой развертки и генератора ГНЧ b) С помощью мультиметра проходит калибровка c) Используется вольтметр в3-10а</p>	ОПК-2.В.1
19	<p>Какой прибор используется для поверки мультиметра? (Раздел 2)</p> <p>a) Блок сопротивлений Р33 b) С помощью мультиметра проходит калибровка c) Калибровка невозможна</p>	ОПК-2.У.1
20	<p>Назовите эталон интернет соединения (Раздел 5)</p> <p>a) Блок сопротивлений Р33 b) ГЭТ 200-2023. Государственный первичный эталон единицы количества переданной (принятой) информации (данных) и единиц величин параметров пакетных сетей передачи данных c) Калибровка невозможна</p>	ОПК-2.У.1
Задания для проверки остаточных знаний		
21	<p style="text-align: center;">Разделы 1-5</p> <p>Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа). Как вы считаете, сколько видов главных физических величин существует? a) 5; b) 10; c) 7; d) 12. ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): 7- метр, килограмм, моль, ампер, секунда, канделла, кельвин</p> <p>Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов). Укажите средства измерений, которыми можно измерить компактные радиокомпоненты, необходимо учесть что Вы будете постоянно при этом перемещаться по цеху a) Штангенциркуль; b) Видеомикроскоп;</p>	ОПК-2 ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1 ОПК-2.В.1

- c) Микрометр;
- d) Профилометр;
- e) Нутромер;
- f) Ручной мультиметр.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

Нутромер, Микрометр, Штангенциркуль, Ручной мультиметр – мобильные переносные ручные измерительные инструменты, не требующие долгой настройки и калибровки, не имеющие стационарного массивного корпуса

Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия.

(Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце).

Укажите пару «единица физической величины» - «универсальная физическая постоянная»

- a) метр
 - b) ампер
 - c) килограмм
 - d) кельвин
- 1) заряд электрона
 - 2) скорость света
 - 3) постоянная Планка
 - 4) постоянная Больцмана

Ключ с ответами

a	b	c	d
2	3	1	4

Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности.

(Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо).

Расположите ручной измерительный инструмент в порядке увеличения точности

- a) Эталон 2 порядка
- b) Главный государственный эталон
- c) Вольтметр стрелочный класса точности 1
- d) Вольтметр цифровой класса точности 0,5

Ключ с ответами

1	2	3	4
c	d	a	b

Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом.

(Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ)

Обоснуйте, какой ручной измерительный инструмент может быть использован для контроля наружного диаметра вала номиналом 45 мм с

	<p>допуском 20 мкм</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): Может быть использован ШЦЦ-150 или МК-50, т.к. их диапазон и точность позволят провести контроль изделия</p>	
22	<p>Раздел 4-5</p> <p>Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа). Как вы считаете, сколько видов делителей напряжения существует? а) 5; б) 10; в) 3; г) 12.</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): 3- индуктивный, емкостной, резистивный</p> <p>Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов). Укажите средства измерений, которыми можно определить качество электроэнергии в сети предприятия а) Вязкозиметр; б) Видеомикроскоп; в) Осциллограф; г) Мультиметр; д) Частотомер; е) Ручной мультиметр.</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): Осциллограф, мультиметр, частотомер – устройства, используемые для контроля качества электроэнергии</p> <p>Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия. (Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце). Укажите пару «прибор» - «эталон для калибровки»</p> <p>а) штангенциркуль б) профилометр в) анализатор спектра г) омметр</p> <p>1) блок сопротивлений Р33 2) генератор ГНЧ 3) концевые меры длины 4) образцовая мера шероховатости</p> <p>Ключ с ответами</p>	<p>ОПК-2 ОПК-2.3.1 ОПК-2.У.1 ОПК-2.В.1</p>

a	b	c	d
3	4	2	1

Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности.
(Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо).
Расположите последовательность действий при поверке мультиметра в режиме омметра

- Внешний осмотр
- Опробование
- Сравнение с мерой
- Оформление свидетельства о поверке
- Измерение микроклиматических условий

Ключ с ответами

1	2	3	4	5
a	e	b	c	d

Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом.
(Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ)
Обоснуйте, почему в современном высокотехнологичном мире также актуальна теорема Котельникова?

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

Поскольку все вычислительные информационные устройства могут работать лишь с дискретными символьными системами и с цифровыми сигналами, постоянно возникает необходимость в переходе от существующих в природе непрерывных процессов, к дискретным и цифровым. С развитием цифровой связи и цифровых устройств (микроконтроллеров, компьютеров) постоянно и повсеместно на каждом шагу выполняется аналого-цифровое преобразование сигналов, неотъемлемой частью которого является дискретизация сигналов.

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с

верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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).

Учебное пособие по освоению лекционного материала имеется в изданном виде

- Метрология и радиоизмерения : учебно-методическое пособие / Т. П. Мишура, К. В. Епифанцев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2020. - 78 с.

- Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов. Учебно-методическое пособие. Сост. К.В. Епифанцев. СПб, ГУАП, 2023, 47 с.

Курс лабораторных работ представлен в системе LMS <https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=9850>

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и 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.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание к выполнению лабораторной работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы лабораторных работ приведены в табл. 6 данной программы.

Выполнение лабораторной работы состоит из трех этапов:

- аналитического;
- расчетно-графического;
- контрольного в виде защиты отчета.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

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

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>

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>

Структура и форма отчета о лабораторной работе

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.

Выводы по проделанной работе должны содержать результаты экспериментов, проведенных студентами на стендах, их рефлексированные выводы по значимости эксперимента, анализу видов и последствий потенциальных погрешностей, которые могли влиять на «чистоту эксперимента». Также вывод должен содержать ответ на вопрос – какие основные наиболее сложные элементы методики им было необходимо выполнить и с чем данная сложность была связана.

Методические указания по выполнению лабораторных работ имеются в изданном виде

- Метрология и радиоизмерения : учебно-методическое пособие / Т. П. Мишура, К. В. Епифанцев ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: Изд-во ГУАП, 2020. - 78 с.

- Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов. Учебно-методическое пособие. Сост. К.В. Епифанцев. СПб, ГУАП, 2023, 47 с.

- Т. П. Мишура, К. В. Епифанцев. Исследование метрологических характеристик электро-механических приборов. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Сост. К.В. Епифанцев. СПб, ГУАП, 2024, 26 с.

Курс лабораторных работ представлен в системе LMS <https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=9850>

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;

методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

1. Подготовка лекционного материала по темам, представленным в таблице 3, и по темам, отмеченных * в соответствии с литературой, представленной в таблице 9.

2. Подготовка к контрольным работам в соответствии с методическими указаниями

В течение семестры студенты

- защищают лабораторные работы (8 шт);

- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице

18.

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

- решают задания в формате тестирования;

- защищают лабораторные работы (8 шт).

Для текущего контроля успеваемости необходимо представить не менее 1 протокола о лабораторной работе после 4-х часов проведенных лабораторных работ. Также в качестве защиты работ может быть

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