

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)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«26» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


«Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Стандартизация и метрология
Наименование направленности	Цифровая метрология и стандартизация
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины


Программу составил (а)

доц.,к.т.н., доц.		26.06.24	К.В. Епифанцев
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)		(инициалы, фамилия)


Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«26» 06 2024 г, протокол № 14

Заведующий кафедрой № 6

д.э.н.,проф.		26.06.24	В.В. Окрепилов
(уч. степень, звание)	(подпись, дата)		(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц.,к.ф.-м.н.,доц.		26.06.24	Ю.А. Новикова
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)		(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 27.03.01 «Стандартизация и метрология» направленности «Цифровая метрология и стандартизация». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

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

ПК-3 «Способен осуществлять работы по выявлению и предотвращению несоответствий продукции предъявляемым требованиям»,

ПК-5 «Цифровая метрология»,

ПК-7 «Способен организовывать деятельность по метрологическому обеспечению».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с преобразованиями различных физических величин, с принципами построения и областями применения типовых измерительных преобразователей (ИП), с определением их нормируемых метрологических характеристик.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цель изучения дисциплины – получение студентами необходимых знаний и навыков в области измерительных преобразований (принципов) и измерительных преобразователей, их технического, программного и метрологического обеспечения, подготовка будущего бакалавра к решению организационных, научных и технических задач при проведении измерений и контроля в научных исследованиях и промышленности, также в цель изучения входит получение навыков проектирование измерительных преобразователей в системах САПР.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен проводить анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации	ПК-1.3.2 знать принципы нормирования точности измерения ПК-1.3.3 знать область применения методов измерения ПК-1.3.4 знать конструктивные особенности и принципы работы средств измерения, технологические возможности в области применения средств измерения ПК-1.В.2 владеть навыками анализа информации об отказах средств измерения, контроле испытаний в процессе эксплуатации, состоянии и условиях их хранения, об эффективности их использования
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять работы по выявлению и предотвращению несоответствий продукции предъявляемым требованиям	ПК-3.3.3 знать физические принципы работы, возможности и области применения методов и средств измерений ПК-3.3.4 знать методики контроля испытания продукции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Цифровая метрология	ПК-5.У.2 уметь выбирать наиболее подходящие по ситуации методы и средства измерений; выбирать измерительные инструменты/приборы (щупы, датчики и т.д.), вспомогательные и фиксирующие приспособления (тиски, призмы, прижимы и т.д.), исходя из методики измерений; выбирать технологию измерений, минимизирующую вмешательство оператора в процесс; учитывать при выборе технологии измерений условия окружающей среды и механические свойства используемых материалов, возможные погрешности измерительного оборудования ПК-5.В.1 владеть навыками выбора методов и средств измерений, в том числе цифровых, для контроля параметров конкретной детали по требованиям рабочего чертежа
Профессиональные	ПК-7 Способен	ПК-7.У.1 уметь определять потребность в

компетенции	организовывать деятельность по метрологическому обеспечению	оборудовании, осуществлять расстановку оборудования с учетом установленных требований
-------------	---	---

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информатика»,
- «Электроника»,
- «Электротехника»,
- «Математика. Математический анализ».

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

- «Теоретические основы нанодиагностики»,
- «Интегрированные пакеты для метрологии»,
- «Автоматизированные производственные системы»,
- «Цифровые методы и средства измерений»,
- «Имитационное моделирование физических и технологических процессов»,
- «Прогнозные модели проектной деятельности»,
- «ГИА».

## 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	51
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	58	58
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

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. Измерительные преобразователи как составная часть средств измерения. Стандарты и Федеральные законы, которые применяются при разработке измерительных преобразователей	4		4	4	10
Раздел 2. Физико-технические эффекты, лежащие в основе преобразователей. Измерительные преобразователи для измерения высоты. Глубиномеры, Уровнемеры. Разработка корпусов приборов	5		10	5	10
Раздел 3. Точность измерительных преобразователей. Преобразователи Уровня. Тензодатчики. Манометры.	4		12	4	12
Раздел 4. Основы проектирования, методы анализа качества и структурного синтеза средств измерения. Проектирование виртуальных измерительных преобразователей. Проблемы калибровки и поверки виртуальных измерительных преобразователей	2		4	2	10
Раздел 5. Терморезистивные элементы. Индукционные датчики. Релейные системы. Системы учета расхода электроэнергии и расхода воды. Преобразование аналоговых сигналов в цифровые. Теорема Котельникова.	2		4	2	15
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:	17		34	17	58
Итого	17	0	34	17	58

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
<b>Раздел 1</b>	Тема 1.1. Классификация измерительных преобразователей Тема 1.2. Структурные схемы и математические модели преобразователей и средств измерения. Тема 2.1 Измерительные преобразователи на основе эффектов квантовой физики. Тема 2.2 Резистивные, емкостные, индуктивные, пьезоэлектрические, оптические преобразователи и приборы.

<b>Раздел 2</b>	<p>Тема 2.3 Физические основы термометрии. Разработка термометров и термостатов.</p> <p>Тема 2.4 Разработка корпусов приборов. Правила разработки корпусных элементов</p> <p>Тема 2.5 Разработка и производство шкал и дисплеев для приборов.</p> <p>Тема 2.6 Датчики индуктивности</p>
<b>Раздел 3</b>	<p>Тема 3.1 Факторы, влияющие на показатели качества и метрологические характеристики преобразователей.</p> <p>Тема 3.2 Методы повышения их точности и помехоустойчивости. Классификация методов повышения точности ИП.</p> <p>Тема 3.3 Метрологическое обеспечение и технический контроль средств измерения.</p>
<b>Раздел 4</b>	<p>Тема 4.1 Сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования средств измерения.</p> <p>Тема 4.2 Расчет метрологических характеристик измерительных преобразователей и средств измерения.</p> <p>Тема 4.3 Расчет и проектирование разрабатываемых средств измерений с использованием стандартных средств автоматизации проектирования.</p>
<b>Раздел 5</b>	<p>Тема 5.1 Терморезистивные элементы. Индукционные датчики. Релейные системы. Системы учета расхода электроэнергии и расхода воды.</p> <p>Тема 5.2 Преобразование аналоговых сигналов в цифровые. Теорема Котельникова. Отсчеты дискретного сигнала <math>S(0)=1</math>; <math>S(1)=-2</math>; <math>S(2)=0</math>; <math>S(3)=-1</math>; <math>S(n)=0, n&gt;3</math>. Аналитическое выражение аналогового сигнала, восстановленного с помощью ряда Котельникова. Прямоугольный импульс длительностью <math>T</math> и амплитудой <math>E</math>. Определение значения отсчетов дискретного сигнала, при <math>t=0</math>. Аналитическое выражение аналогового сигнала, восстановленного с помощью ряда 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	Исследование индуктивных преобразователей	4	3	2
2	Исследование функций платиновых и медных терморезисторов	4	4	2
3	Определение погрешности контактного и бесконтактного метода линейных измерений	4	3	1
4	Исследование D-триггера на установке ELVIS-2	4	3	3
5	Исследование линейного и нелинейного преобразователя	4	3	4
6	Исследование работы стабилизатора	4	4	4
7	Исследование работы манометра	4	3	5
8	Исследование работы расходомера	4	3	5
9	Исследование линейного и нелинейного преобразователя с помощью цифрового осциллографа	2	3	3
Всего		34		

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта: на основе физико-технических эффектов, лежащих в основе преобразователей разработать структурную схему преобразователя, исследовать его функцию преобразования, разработать печатную плату, осуществить моделирование преобразователя в среде LabView, рассчитать его вольт-амперные характеристики, спроектировать корпус, рассчитать показатели надежности, произвести патентный поиск на сайте ФИПС с целью анализа передовых направлений развития измерительных преобразователей, Изучить факторы, влияющие на метрологические характеристики преобразователя и рассмотреть методы повышения его точности.

Часов практической подготовки: 17

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

#### 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)	20	20



Курсовое проектирование (КП, КР)	17	17
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)	11	11
Всего:	58	58

#### 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)
<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=365953">https://znanium.com/catalog/document?id=365953</a>	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. -	
<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=361727">https://znanium.com/catalog/document?id=361727</a>	Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0505-8.	
	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов. Учебно-методическое пособие. Сост. К.В. Епифанцев. СПб, ГУАП, 2023, 47 с.	10
<a href="https://znanium.com/catalog/product/1858811">https://znanium.com/catalog/product/1858811</a>	Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения : учебное пособие / К. О. Петросянц, П. А. Козылко, 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.	
<a href="https://znanium.com/catalog/product/1758031">https://znanium.com/catalog/product/1758031</a>	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.	

<a href="https://znanium.com/catalog/product/1168650">https://znanium.com/catalog/product/1168650</a>	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	
<a href="https://znanium.com/catalog/product/1600420">https://znanium.com/catalog/product/1600420</a>	Этингоф, М. И. Приборы для линейных измерений : учебное пособие / М.И. Этингоф. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 264 с. - ISBN 978-5-16-109631-4.	
- URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1912895">https://znanium.com/catalog/product/1912895</a>	Ситников, А. В. Прикладная электроника : учебник / А.В. Ситников, И.А. Ситников. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. — 272 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906923-28-8..	

#### 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://www.gostinfo.ru/pages/Infizd/izmer_texn/">http://www.gostinfo.ru/pages/Infizd/izmer_texn/</a>	<b><u>Метрология и измерительная техника.</u></b> – Журнал. – Выходит ежемесячно: РЖ : Отд. Вып. – М.: ВИНТИ, 1963 - . – 2015г.
<a href="https://easyeda.com/ru">https://easyeda.com/ru</a>	Программа с открытым кодом для создания печатных плат
<a href="https://www.vniiftri.ru/">https://www.vniiftri.ru/</a>	Эталоны Всероссийского НИИ физико-технических радиоизмерений
<a href="https://docs.cntd.ru/document/1200166732">https://docs.cntd.ru/document/1200166732</a>	Электронный фонд нормативной информации «Техэксперт»
<a href="https://www.vniim.ru/index.html">https://www.vniim.ru/index.html</a>	сайт Всероссийского НИИ метрологии им Д.И. Менделеева
<b><u>ФИПС - Федеральное государственное бюджетное учреждение Федеральный институт промышленной собственности (fips.ru)</u></b>	Сайт ФИПС
<a href="#">Circuit Simulator Applet (falstad.com)</a>	Программа с открытым кодом для проектирования преобразователей и приборов

#### 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 искусственного интеллекта и цифровых технологий в метрологии	13-13
2	Лаборатория Цифровой метрологии	52-50

#### 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
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

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"> <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» «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>

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «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» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.  
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Объясните своими словами работу автоматических реле.	ПК-3.3.3
2	Объясните своими словами работу преобразователей на основе эффекте Холла.	ПК-3.3.3
3	Объясните своими словами работу пьезоэлектрических преобразователей.	ПК-3.3.3
4	Как бы спроектировали автоматический выключатель света ?	ПК-1.В.2
5	Что вы узнали о емкостных преобразователях?	ПК-1.3.4
6	Что вы узнали о тензорезисторных преобразователях. Как провести расчет чувствительности?	ПК-1.3.4
7	Что вы узнали об индуктивных измерительных преобразователях?	ПК-1.3.4
8	Тепловые преобразователи– принцип работы и калибровки. Напишите формулу расчета чувствительности	ПК-1.3.4
9	Назовите виды преобразователей средневыпрямленного значения переменного напряжения в постоянное.	ПК-1.3.4
10	Преобразователи среднеквадратического значения переменного напряжения в постоянное.	ПК-1.В.2
11	Объясните цель применения мостовых схем. Какие существуют мосты переменного тока?	ПК-5.У.2
12	Проанализируйте работу компенсаторов постоянного тока. Принцип работы и калибровки. Расчет чувствительности	ПК-5.У.2
13	Объясните своими словами работу термопары, принцип работы и калибровки	ПК-1.3.4
14	Объясните своими словами работу уровнемера, принцип работы и калибровки	ПК-1.3.4
15	Объясните своими словами работу сельсина	ПК-1.3.4
16	Предложите алгоритм работы головки видеоманитофона. Поворотные трансформаторы.	ПК-1.В.2
17	Предложите алгоритм работы промышленного выотомера Индуктосины.	ПК-1.В.2

18	Опишите достоинства работы фотоэлектрических датчиков.	ПК-1.В.2
19	Опишите достоинства работы путевых электроконтактных датчиков. Принцип работы.	ПК-1.В.2
20	Напишите формулу для расчета тензорезистора.	ПК-1.3.4

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
1	Разработка и расчет параметров стабилизатора напряжения
2	Исследование и разработка анализатора наличия активного напряжения
3	Разработка и расчет автоматического инфракрасного приемника сигналов
4	Разработка прибора регулировки и измерения в системе охлаждения на транзисторе КТ819
5	Разработка измеряющего устройства темброблока с пленочными конденсаторами
6	Разработка системы автоматического измерения уровня жидкости на транзисторе BD815
7	Разработка регулируемого блока питания прибора с конденсатором $C1=1200 \text{ МкФ}$
8	Разработка индикатора наличия тока
9	Разработка регулируемого блока питания на стабилизаторе
10	Разработка и расчет автоматического инфракрасного передатчика сигналов
11	Проектирование измерительной системы для контроля уровня жидкости в охлаждающем резервуаре на транзисторе BD167
12	Разработка измеряющего устройства темброблока на керамических конденсаторах
13	Проектирование измерительной системы для контроля уровня жидкости в охлаждающем резервуаре на транзисторах КТ815Б
14	Разработка регулируемого стабилизированного блока питания прибора на микросхеме LM317T
15	Исследование и разработка анализатора наличия активного напряжения на микросхеме CD4011
16	Разработка прибора регулировки и измерения в системе охлаждения на транзисторе КТ829
17	Разработка системы автоматического измерения уровня жидкости на транзисторе BD139
18	Разработка системы автоматического измерения уровня жидкости на транзисторе BD815
19	Разработка системы автоматического измерения уровня жидкости на транзисторе BD167
20	Разработка анализатора наличия проводки на микросхеме К561ЛА7

21	Разработка регулируемого блока питания прибора на базе микросхемы для блока LM317
----	---

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Сформулируйте фразу, « интервал дискретизации выбирается в соответствии теоремой...: { =Ответы 1 и 2 верны; ~Котельникова; ~Найквиста-Шеннона; ~Бугера-Ламберта Бера; }	ПК-5.В.1
2	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Расскажите, что представляет собой аналого-цифровое преобразование: { =Дискретизация непрерывного сигнала по времени, квантования дискретных значений сигнала по уровню, кодирования квантованных дискретных значений сигнала; ~Дискретизация непрерывного сигнала по времени, квантования дискретных значений сигнала по уровню, декодирования квантованных дискретных значений сигнала; ~Все ответы верны; }	ПК-5.В.2
3	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Опишите, что представляют собой цифровые сигналы : { =Квантованные по уровню дискретные сигналы и описываются квантованными решётчатыми функциями; ~Квантованные по уровню аналоговые сигналы и описываются квантованными решётчатыми функциями; ~Квантованные по уровню дискретные сигналы и описываются неквантованными решётчатыми функциями; }	ПК-1.3.4
4	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Расскажите, чем описываются дискретные сигналы: { =Решётчатыми функциями – последовательностями $x(nT)$ , где $T = \text{const}$ – интервал (период) дискретизации; ~Прерывающейся функцией, стремящейся к нулю; ~Непрерывной (или кусочно-непрерывной) функцией $x(t)$ ; }	ПК-1.3.4
5	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Проанализируйте, график работы какого преобразователя изображен на фото, выше тестового вопроса: { =Мультиплексора; ~Компаратора; ~Полевого транзистора; ~RS-триггера; ~Стабилитрона; }	ПК-5.У.2

6	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Проанализируйте, график работы какого преобразователя изображен на фото, выше тестового вопроса:{ =RS-триггера; ~Компаратора; ~Мультиплексора; ~Полевого транзистора; ~Стабилитрона; }	ПК-5.У.2
7	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Проанализируйте, график работы какого преобразователя изображен на фото, выше тестового вопроса:{ =Конвейерный АЦП; ~Многоступечатый АЦП; ~Параллельный АЦП; ~Все ответы верны; }	ПК-5.У.2
8	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Проанализируйте, график работы какого преобразователя изображен на фото, выше тестового вопроса:{ =Стабилитрона; ~Компаратора; ~Мультиплексора; ~Полевого транзистора; ~RS-триггера; }	ПК-5.У.2

9	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Проанализируйте, какой метод представлен в классификации АЦП на фото? {</p> <p>=Последовательно-параллельный метод;</p> <p>~Многоступенчатый;</p> <p>~Конвейерный;</p> <p>~Многоконтактный и Сигма-дельта;</p> <p>}</p>	ПК-5.У.2
10	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Опишите аналоговые сигналы: {</p> <p>= Они описываются непрерывной (или кусочно-непрерывной) функцией <math>x(t)</math>;</p> <p>~ Они описываются прерывающейся функцией, стремящейся к нулю;</p> <p>~ Они описываются функцией постоянного меняющегося вида;</p> <p>}</p>	ПК-3.3.3
11	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Закончите фразу: «Для представления, передачи и обработки информации в информационных системах используются различные виды сигналов. Под сигналом понимается...» : {</p> <p>=Физический процесс, значения параметров которого отображают некоторую информацию или сообщение. Информативными параметрами таких сигналов могут быть амплитуда, длительность, частота, фаза;</p> <p>~Физический процесс, значения параметров которого отображают некоторую информацию или сообщение. Информативными параметрами таких сигналов могут быть сопротивление, мощность;</p> <p>~Физический процесс, значения параметров которого отображают некоторую информацию или сообщение. Информативными параметрами таких сигналов могут быть амплитуда, крутящий момент, изгибающее усилие.</p> <p>}</p>	ПК-3.3.3
12	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Определите, что такое дискретный сигнал? {</p> <p>=это сигнал квантованный и прерывистый</p> <p>~сигнал, который является прерывистым</p> <p>~сигнал непрерывный</p> <p>~сигнал квантованный</p> <p>}</p>	ПК-3.3.3
13	<p>//Начало вопроса: ВопрМножВыбор</p> <p>Определите, что изображено на фото?: {</p> <p>=Многоступенчатый АЦП;</p> <p>~Конвейерный АЦП;</p> <p>~Параллельный АЦП;</p> <p>~Все ответы верны;</p> <p>}</p>	ПК-3.3.3



14	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Определите, что изображено на фото?:{ =Параллельный АЦП; ~Конвейерный АЦП; ~Многоступчатый АЦП; ~Все ответы верны; }	ПК-3.3.3
15	//Начало вопроса: ВопрМножВыбор Определите, что такое АЦП? { =Аналого-цифровой преобразователь; ~Антенно-цифровой прибор; ~Антенный центральный пункт; }	ПК-3.3.3

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

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.). - ISBN 978-5-8088-1338-0 : Б. ц. - Текст : непосредственный.

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.

Материалы для освоения имеются в электронном виде

•Курс лекций и практик в системе LMS

<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=2031>

•Курс для выполнения курсового проекта в системе LMS

<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=3502>

### 11.3 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 обучающимся 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.

Темы практических работ приведены в табл.5

Учебное пособие имеется в изданном виде и в виде изданного пособия : Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов. Учебно-методическое пособие. Сост. К.В. Епифанцев. СПб, ГУАП, 2023, 47 с.

Материалы для освоения имеются в электронном виде

- Курс лекций и практик в системе LMS  
<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=2031>
- Курс для выполнения курсового проекта в системе LMS  
<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=3502>

#### 11.4 Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

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

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

#### 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:

- экспериментально-практического;
- расчетно-аналитического;
- 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.

Выводы по проделанной работе должны содержать рекомендации по улучшению условий труда на рабочем месте.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП [http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml)

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 (издания 2008г.). Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП [http://guap.ru/guap/standart/prav\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/prav_main.shtml)

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.1-2003. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП

Методические указания по выполнению практических работ имеются в изданном виде:

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.

Материалы для освоения имеются в электронном виде

•Курс лекций и практик в системе LMS  
<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=2031>

•Курс для выполнения курсового проекта в системе LMS  
<https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=3502>

11.5 Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Курсовой проект проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности: расчета и проектирования измерительного преобразователя с учетом предварительного расчета вольт-амперной характеристики, расчета надежности, а также разработки печатной платы и корпуса прибора.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Сформировать навыки экономического и технологического расчета приборов согласно требованиям ЕСКД и ЕСПД, проводить предварительный патентный поиск аналогов, проводить расчет окупаемости проекта, что также позволяет формировать понимание у студентов актуальности и интеллектуальной уникальности разрабатываемого прибора. В ходе выполнения проекта у обучающегося формируется понятие проектирования преобразователя с нулевого цикла и до финального выпуска серийной продукции, согласно современным технологическим и экономическим реалиям.

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Титульный лист и лист индивидуального задания

Аннотация. Актуальность проекта

Патентный поиск

Расчет надежности преобразователя и определение параметров предохранителя

Разработка печатной платы. Представление основных параметров измерительного преобразователя  
Исследование измерительного преобразователя в системе MULTISIM  
Расчет вольт-амперной характеристики измерительного преобразователя  
Описание возможностей коммерциализации проекта  
Разработка чертежа корпуса преобразователя  
Разработка чертежа печатной платы  
Разработка спецификации на прибор и корпус к нему  
Заключение

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/работы:

Курсовой проект оформляется согласно стандартам университета  
<https://guap.ru/standart/doc>

Курс в ЛМС по выполнению курсового проекта

Курс: Курсовой проект. Теория и расчет измерительных преобразователей (guap.ru)

11.6 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.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

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 эссе по лекционному материалу по темам, представленным в таблице 3,

2. В течение семестры студенты

- защищают лабораторные работы (9 шт);

- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице 18.

11.7 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 семестры студенты:

- защищают лабораторные работы в формате собеседования и коллоквиумов;
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице 18.

11.8 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».

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