

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

Кафедра №6

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)



Т.П. Мишура

(подпись)

«25» июня 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Средства измерений общего и специального назначения авиационных  
КОМПЛЕКСОВ»  
(Название дисциплины)

Код направления	27.05.02
Наименование специальности	Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники
Наименование направленности	Метрологическое обеспечение авиации военного назначения
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020\_г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата 25.06.20

А.В.Суслин

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

« 25 » июня 2020 г, протокол № 15

/Заведующий кафедрой № 6

д.э.н., проф.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата 25.06.20

В.В. Окрепилов

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 27.05.02(05)

Доцент, к.т.н.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата 25.06.20

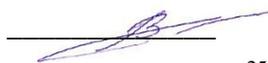
Р.Н. Целмс

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата 25.06.20

В.А. Голубков

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Средства измерений общего и специального назначения авиационных комплексов» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности 27.05.02 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» направленность «Метрологическое обеспечение авиации военного назначения». Дисциплина реализуется кафедрой №6.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

профессионально-специализированных компетенций:

ПСК-5.3 «способность обеспечить достоверность, единство и требуемую точность измерений при контроле параметров технических средств обнаружения воздушных целей, при определении лётно-технических характеристик авиационной техники, параметров технических средств боевого управления, при управлении воздушным движением и обеспечении навигации и посадки».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с практическим освоением современных методов контроля, измерений, испытаний и управления качеством контрольно-измерительных средств, приобретением навыков разработки локальных поверочных схем по видам и средствам измерений, а также проведением поверки, калибровки, ремонта и юстировки средств измерений.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

### 1.2. Цели преподавания дисциплины

Получение студентами необходимых знаний теоретического и практического характера в области измерения параметров и характеристик для различных технологических процессов, приобретения умения и практических навыков, необходимых для производства таких измерений.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПСК-5.3 «способность обеспечить достоверность, единство и требуемую точность измерений при контроле параметров технических средств обнаружения воздушных целей, при определении летно-технических характеристик авиационной техники, параметров технических средств боевого управления, при управлении воздушным движением и обеспечении навигации и посадки»:

знать – знать параметры технических средств для обнаружения воздушных целей и других задач;

уметь – использовать измерительные данные для ситуационного анализа;

владеть навыками – корректировки и настройки технических средств в зависимости от летных задач;

иметь опыт деятельности – анализа измерительных данных и оценки общего измерительного массива.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

– Воздушные суда и их оборудование

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

– Производственная практика

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	4/ 144	4/ 144
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час.,	51	51

<b>В том числе</b>		
лекции (Л), (час)	34	34
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b> , всего	57	57
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен ( <b>Зачет, Дифф. зач, Экз.</b> )	Экз.	Экз.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 9					
Раздел 1. Авиационные информационно-измерительные системы. Тема 1.1. Структура авиационной информационно-измерительной системы. Тема 1.2 Принципы построения измерительных цепей аналоговых и цифровых авиационных приборов. Тема 1.3 Характеристики сигналов информационно-измерительных комплексов. Частотно-временные параметры сигналов. Тема 1.4 Метрологические требования, предъявляемые к объему и качеству измеряемых сигналов.	8	2			8
Раздел 2. Датчики и первичные преобразователи авиационных измерительных комплексов. Тема 2.1 Датчик в структуре измерительного преобразователя. Критерии качества датчиков. Массо-энергетические параметры датчиков. Тема 2.2 Разновидности датчиков	4	7			14

Раздел 3. Частотно-временные параметры сигналов в измерительных цепях летательных аппаратов. Тема 3.1 Виды и уровни электрических сигналов в измерительных преобразователях. Тема 3.2 Модуляция, дискретизация, квантование и кодирование сигналов. Тема 3.3 Аналоговые и цифровые частотные фильтры электрических сигналов.	6				8
Раздел 4. Средства обработки измерительных данных. Тема 4.1 Аналоговый измерительный канал и его метрологические характеристики. Тема 4.2 Аналого-цифровое преобразование и характер выборки аналогового сигнала. Когерентная и случайная выборка. Непрерывное, дискретное и быстрое преобразования Фурье. Тема 4.3 Временное и частотное мультиплексирование выборочных сигналов. Тема 4.4 АЦП и ЦАП измерительных комплексов. Выбор типа преобразователя в зависимости от метрологических требований, прежде всего быстродействия и точности (разрядности). Тема 4.5 Сравнительные метрологические параметры АЦП и ЦАП для авиационных измерительных комплексов.	10	6			15
Раздел 5. Метрология авиационных измерительных систем. Тема 5.1 Классификация погрешностей измерительных каналов авиационных комплексов. Тема 5.2 Методические и инструментальные источники ошибок измерительных комплексов. Тема 5.3 Случайные и динамические погрешности измерений.	6	2			12
Итого в семестре:	34	17			57
Итого:	34	17	0	0	57

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Авиационные информационно-измерительные системы: Структура авиационной информационной измерительной системы. Метрологические требования, предъявляемые к объему и качеству измеряемых сигналов.
2	Датчики и первичные преобразователи авиационных измерительных комплексов: Датчики температуры и давления. Датчики авиационных топливомеров. Датчики измерения высоты полета. Датчики измерения скорости и линейных ускорений. Микромеханические преобразователи и микросхемы на их основе.
3	Частотно-временные параметры сигналов в измерительных цепях летательных аппаратов: Виды и уровни электрических сигналов в измерительных преобразователях. Модуляция, дискретизация, квантование и кодирование сигналов. Аналоговые и цифровые частотные фильтры. Преобразование сигналов динамическими звеньями измерительных цепей.
4	Средства обработки измерительных данных: Аналоговый измерительный канал и его метрологические характеристики. Аналого-цифровое преобразование и характер выборки аналогового сигнала. Когерентная и случайная выборка. Непрерывное, дискретное и быстрое преобразования Фурье. Временное и частотное мультиплексирование сигналов выборки. АЦП и ЦАП измерительных комплексов. Выбор типа преобразователя в зависимости от метрологических требований. Сравнительные метрологические параметры авиационных измерительных преобразователей.
5	Метрология авиационных измерительных систем: Погрешности измерительных каналов авиационных комплексов. Методические и инструментальные источники ошибок измерительных комплексов. Случайные и динамические погрешности измерений.

### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 9				
1.	Принципы построения измерительных цепей аналоговых и цифровых	Групповые дискуссии	2	1

	авиационных приборов			
2.	<p>Разновидности датчиков:  приборы и датчики давления (манометры);  приборы и датчики температуры;  датчики измерения частоты вращения ротора двигателя;  датчики измерения вибраций;  классификация авиационных топливомеров;  методы измерения количества топлива;  датчики измерения количества топлива;  принцип действия поплавковых топливомеров;  устройство датчика поплавкового топливомера;  принцип действия емкостных топливомеров;  устройство датчика емкостного топливомера;  погрешности поплавковых топливомеров;  погрешности емкостных топливомеров;  преимущества и недостатки датчиков топливомеров;  датчики измерения расхода топлива;  датчики измерения высоты полета;  датчики измерения скорости полета;  датчики измерения линейных ускорений;  датчики измерения магнитных полей;  гироскопические измерительные устройства.</p>	Групповые дискуссии	7	2
3.	Микросхемы АЦП и ЦАП.	Групповые дискуссии	2	4
4.	Метрологические характеристики АЦП и ЦАП.	Групповые дискуссии	2	4
5.	Аналоговые частотные фильтры. Цифровые частотные фильтры.	Групповые дискуссии	1	4
6.	Сравнительные	Групповые дискуссии	1	4

	метрологические параметры АЦП и ЦАП для авиационных измерительных комплексов.			
7.	Обработка сигналов информационно-измерительных комплексов бортовыми вычислительными средствами.		2	5
Всего:			17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
Всего:			

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	24	24
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)	12	12
Подготовка к текущему контролю (ТК)		
домашнее задание (ДЗ)	21	21
контрольные работы заочников (КРЗ)		

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

## 6. Перечень основной и дополнительной литературы

### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<b>621.382 С 50</b>	Основы нано- и функциональной электроники: учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2013. - 320 с.	ОФЛ(5)
<b>621.382 Д72</b>	Основы нанoeлектроники: учебное пособие / В.П.Драгунов, И. Г.Неизвестный, В. А.Гриджин. – Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2000, 331 с.	ОФЛ(3)
<b>621.3.049.77 Л 72</b>	Нанотехнология в электронике. Введение в специальность: учебное пособие / В. Н. Лозовский, Г. С. Константинова, С. В. Лозовский. - СПб. : Лань, 2008. - 327 с.	ОФЛ(2) СОБМ(19)
<b>681.5 Р22</b>	Методы и средства измерений: учебник / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. - М. : Academia, 2003. - 332 с.	ОФЛ(11) КЛЧЗ (1)
<b>621.317 Ш 65</b>	Измерительная техника: учебник / В. Ю. Шишмарев. - М. : Академия, 2008. - 286 с.	КЛЧЗ (2) КЛ(28)

### 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
------	-------------------------------------	---

<b>621.38 Н 40</b>	Зондовые нанотехнологии в электронике / В. Неволин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2006. - 147 с.	ОФЛ(4)
<b>620 С 89</b>	Неразрушающий контроль в производстве: учебное пособие. Ч. 1 / Е. В. Сударикова ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2007. - 138 с.	ОФЛ(5) ФУК(63) СОБМ(1)
<b>006 Л 47</b>	Метрологические комплексы военного назначения: учебное пособие / А. Г. Леонтьев, В. В. Котович, Д. А. Кузнецов ; С.- Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. Ин-т воен. образования. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 244 с.	СОБМ(12) Воен.каф.(30)

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.technoline.ru/catalog/217">http://www.technoline.ru/catalog/217</a>	Компания технолайн
<a href="http://metrologe.ru/leksii-po-normirovaniyu-tochnosti-i-tekhnicheskim-izmereniyam/99-metrologicheskie-osnovy-tekhnicheskix-izmerenij.html">http://metrologe.ru/leksii-po-normirovaniyu-tochnosti-i-tekhnicheskim-izmereniyam/99-metrologicheskie-osnovy-tekhnicheskix-izmerenij.html</a>	Метрологические основы технических измерений
<a href="http://quality.eup.ru/METROL/mo.htm">http://quality.eup.ru/METROL/mo.htm</a>	Метрологическое обеспечение
<a href="http://studopedia.net/10_167295_printsipi-i-metodi-izmereniya.html">http://studopedia.net/10_167295_printsipi-i-metodi-izmereniya.html</a>	Принципы и методы измерения
<a href="https://www.radiosovet.ru/book/mikroelektronik/9642-razrabotka-sistem-cifrovoy-obrabotki-signalov-na-baze-plis.html">https://www.radiosovet.ru/book/mikroelektronik/9642-razrabotka-sistem-cifrovoy-obrabotki-signalov-na-baze-plis.html</a>	Потехин Д.С., Тарасов И.Е. Разработка систем цифровой обработки сигналов на базе ПЛИС. – изд. Горячая Линия-Телеком, 2007, 250с.
<a href="http://eccetto.ru/download711985/">http://eccetto.ru/download711985/</a>	Распопов В.Е. Микромеханические приборы. – Уч. пособие, М.: Машиностроение, 2007.- 400с.
<a href="http://www.twirpx.com/file/4451/">http://www.twirpx.com/file/4451/</a>	Датчики авионики.
<a href="http://vestnikmag.ru/1780-2/">http://vestnikmag.ru/1780-2/</a>	НАВИА – журнал Вестник электроники
<a href="http://airspot.ru/library/book/vorobiev-v-g-gluhov-v-v-kadyshev-i-k-aviatsionnye-pribory-informatsionno-izmeritelnye-sistemy-i-kompleksy">http://airspot.ru/library/book/vorobiev-v-g-gluhov-v-v-kadyshev-i-k-aviatsionnye-pribory-informatsionno-izmeritelnye-sistemy-i-kompleksy</a>	Воробьев В.Г., Глухов В.В., Кадышев И.К. Авиационные приборы, информационно-измерительные системы и комплексы. Учебник для ВУЗов. М.: Транспорт, 1992.- 399с.
<a href="http://mexalib.com/view/37101">http://mexalib.com/view/37101</a>	Воробьев В.Г., Константинов В.Д. Надежность и техническая диагностика

авиационного оборудования. М.: Изд. МГТУ ГА, 2010
---

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Мультимедийная лекционная аудитория	
3	Стенд	

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по
----------------	-----------------------------------

	дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ПСК-5.3 «способность обеспечить достоверность, единство и требуемую точность измерений при контроле параметров технических средств обнаружения воздушных целей, при определении летно-технических характеристик авиационной техники, параметров технических средств боевого управления, при управлении воздушным движением и обеспечении навигации и посадки»	
6	Воздушные суда и их оборудование
9	Средства измерений общего и специального назначения авиационных комплексов

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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>
$70 \leq K \leq 84$	«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>
$55 \leq K \leq 69$	«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>
$K \leq 54$	«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>

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

## 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
1.	Приборы и датчики давления (манометры)
2.	Приборы и датчики температуры
3.	Датчики измерения частоты вращения ротора двигателя
4.	Датчики измерения вибрации
5.	Классификация авиационных топливомеров
6.	Методы измерения количества топлива
7.	Датчики измерения количества топлива. Принцип действия поплавковых топливомеров
8.	Устройство и принцип действия датчика емкостного топливомера
9.	Погрешности поплавковых и емкостных топливомеров
10.	Датчики измерения расхода топлива
11.	Датчики измерения высоты полета
12.	Датчики измерения скорости полета
13.	Датчики измерения линейных ускорений
14.	Датчики измерения магнитных полей
15.	Гироскопические измерительные устройства
16.	Модуляция сигналов. Амплитудная, фазовая и частотная модуляция.
17.	Широтно-импульсная и время-импульсная модуляция.
18.	Квантование сигналов.
19.	Квантование по уровню. Погрешность квантования по уровню.
20.	Кодирование непрерывного сигнала.
21.	Десятичный, двоичный и двоично-десятичный коды. Код Грея.
22.	Авиационные тахометры. Разновидности.
23.	Механические и магнито-индукционные тахометры.
24.	Температурные погрешности магнито-индукционных тахометров.
25.	Топливные авиационные расходомеры.
26.	Погрешности поплавковых расходомеров.
27.	Погрешности электроемкостных топливомеров.
28.	Погрешности биметаллического авиационного термометра.
29.	Термоэлектрические термометры на основе термопар.
30.	Параметры самолетной системы кондиционирования воздуха.
31.	Погрешности датчиков угловых скоростей.
32.	Погрешности осевых и маятниковых акселерометров.
33.	Способы уменьшения погрешностей акселерометров.
34.	Погрешности измерителей вибрации.
35.	Аналого-цифровое преобразование и связанные с ним ошибки.
36.	АЦП параллельного действия.
37.	АЦП последовательного приближения.
38.	Конвейерный (модифицированный) АЦП параллельного действия.
39.	Интегрирующий АЦП.
40.	АЦП с двойным интегрированием.
41.	АЦП с время-импульсным преобразованием.
42.	АЦП с ШИМ-модуляцией входного аналогового сигнала.
43.	Сигма-дельта АЦП.
44.	Применения широтно-импульсной модуляции (ШИМ-модуляции).
45.	Непрерывное и дискретное преобразования Фурье. Метрологическая оценка.
46.	Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Использование в измерениях.

47.	Преобразование Фурье с прореживанием по частоте.
48.	Преобразование Фурье с прореживанием по времени.
49.	Вейвлет-анализ нестационарных гармонических сигналов.
50.	Использование вейвлет-анализа в измерительной технике.
51.	Аналоговые частотные фильтры. Оценка точности представления сигналов.
52.	Аналоговые и цифровые фильтры. Сравнение метрологических характеристик.
53.	Микросхемы программируемой логики.
54.	Типы архитектуры программируемых логических устройств.
55.	Таймерные схемы на основе микросхемы КР1006ВИ1 (555).
56.	Цифровое измерение длительности импульса (блок-схема).
57.	Цифровое измерение амплитуды импульсного сигнала (блок-схемы)
58.	Цифровое измерение частоты следования импульсов (блок-схема).
59.	Преобразователи «напряжение-частота».

60. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
	Учебным планом не предусмотрено

61. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

62. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Какие самолетные устройства используются для измерения углов тангажа и крена?
2	Что такое основная и дополнительная погрешности измерений?
3	Основная погрешность измерения давления в нормальных условиях равна?
4	Основная погрешность измерения относительной влажности в нормальных условиях равна?
5	Что такое относительная погрешность измерительного прибора?

6	Что такое приведенная относительная погрешность измерительного прибора?
7	Как устанавливается класс точности измерительного прибора?
8	Чем отличается случайная погрешности от систематической погрешности?
9	Чем определяется методическая погрешность измерения?
10	Чем отличается статическая погрешность от динамической погрешности?
11	Для чего используется устройство, обозначаемое как логометр?
12	С какой целью аналоговый сигнал в измерительной системе заменяется импульсным?
13	Перечислите виды модуляции дискретно-аналогового сигнала?
14	Назовите типы авиационных термометров?
15	Назовите типы авиационных тахометров?
16	Как устроен электроемкостный топливомер?

63. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1.	Разработка базы данных приборов, измеряемых пилотажно-навигационные параметры
2.	Разработка базы данных приборов, измеряемых параметры режимов работы силовых установок летательных аппаратов и параметры окружающей среды
3.	Разработка базы данных приборов, обеспечивающих взлет летательных аппаратов на аэродроме
4.	Разработка базы данных приборов, обеспечивающих посадку летательных аппаратов на аэродроме
5.	Разработка базы данных измерительных приборов, лаборатории кафедры «Метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности» ГУАП
6.	Разработка базы данных приборов, измеряемых пилотажно-навигационные параметры

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области измерительной и авиационной электроники для выполнения исследовательских программ развития и совершенствования авиационной техники.

**Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)**

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, 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:

На лекции используется демонстрационный материал в виде:

- презентация;
- видеоролики;
- видеоуроки;
- стенды.

1. Вводная часть лекции (вступление) предусматривает время на проверку готовности студентов к занятию (их наличие и осмотр внешнего вида, текущий контроль пройденного ранее учебного материала), а также объявление темы лекции, её целей, рекомендаций по использованию учебной литературы в часы самостоятельной работы, с указанием параграфов (страниц) и полных наименований изданий.

*Вступление:*

- тема лекции;
- учебные цели, которые должны быть достигнуты на лекции;
- учебные вопросы;
- учебная литература.

*Контрольные вопросы:*

1. Назовите метрологические характеристики средств измерений.
2. Дайте характеристику основной погрешности измерения.
3. Назовите источники дополнительных погрешностей измерений.

2. Основная часть лекции раскрывает учебные вопросы занятия. При необходимости конкретизировать учебный материал, главные (узловые) вопросы могут содержать подвопросы.

*Понятие о единстве измерений и его основы:*

- условия единства измерений;
- нормативные основы единства измерений;
- организационные основы единства измерений;
- технические основы единства измерений.

3. В заключительной части лекции следует планировать время на выводы, выдачу задания студентам на самостоятельную работу, ответы на вопросы по пройденной теме, подведение итогов, а также на общие выводы, помогающие осмыслить всю лекцию, отчётливо высветить её основную идею.

*Заключительная часть*

*1. Выводы по лекции.*

*2. Объявление оценок студентам по инициативному контролю.*

*3. Задание студентам на самостоятельную работу.*

*4. Ответы на вопросы студентов.*

### **Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся 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 обучающемуся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);

- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

Практические занятия проводятся в следующих формах:

- моделирование ситуаций применительно к профилю профессиональной деятельности обучающихся;
- групповая дискуссия.

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

На основании индивидуального задания студенты:

- делают литературный обзор;
- проводят анализ технических решений;
- дают оценку метрологических характеристик;
- принимают альтернативные решения;
- дают прогнозы применения

### **Требования к проведению практических занятий**

Организация и методика проведения практических занятий должны обеспечивать приобретение и закрепление умений от простых к сложным с максимальным приближением к реальным условиям. Основу всех проводимых занятий составляет показ преподавателем того или иного приема (действия), а также многократные повторения приемов (действий), которые должны уметь выполнять обучающиеся. Главным содержанием практических занятий является работа каждого студента по выполнению задания в конкретной ситуации, овладению навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками работы в малых группах, развитию организаторских способностей по подготовке коллективных проектов. Активной формой занятий является поиск вариантов решения проблемных ситуаций.

Вводная часть практического занятия должна содержать:

- инструктаж по требованиям безопасности с практическим показом безопасных приёмов и способов выполнения действий;
- доведение до студентов организации занятия;
- проверку подготовленности студентов к занятию (проверка выполнения задания, знаний по теме занятия, знанию руководящих документов и др.).

Контрольные вопросы должны формулироваться так, чтобы ответы на них позволяли убедиться в подготовленности студентов к занятию.

В основной части практического занятия отражаются главные этапы действий студентов по каждому вопросу, т.е. наименование этапов, время отработки, используемые технические средства, виды контроля, краткий разбор действий.

На двухчасовое занятие не целесообразно планировать более трёх учебных вопросов, а на четырёх и шестичасовые занятия – более пяти учебных вопросов.

Отводимое время указывается в минутах, с учётом опыта и хронометража проигранного сценария занятия.

В заключительной части практического занятия планируется время на подведение итогов занятия, ответы на вопросы студентов, приведение технических средств в исходное состояние, объявление оценок студентам, выдачу задания на самостоятельную работу к следующему занятию.

### **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 для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

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

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

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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