

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.

(уч. степень, звание)



Т.П. Мишура

(подпись)

«25» июня 2020г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Средства и методы измерений в микро и нанoeлектронике»

(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

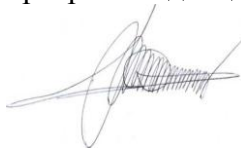
Санкт-Петербург 2020г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.в.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата 25.06.20

Г.Н. Левченко

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 и методы измерений в микро и наноэлектронике» входит в вариативную 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

профессиональных компетенций:

ПК-23 «способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций в области метрологического обеспечения».

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 и самостоятельную работу студентов.*

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. 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.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК-23 «способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций в области метрологического обеспечения»:

**знать** – характер, назначение и разновидности измерительных средств и приборов, используемых в авиационных комплексах;

**уметь** – использовать технические средства электроники для выполнения измерений;

**владеть навыками** – измерений комплекса параметров аппаратуры авиационных комплексов;

**иметь опыт деятельности** – по составлению научных обзоров и написанию публикаций в области производства измерений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физико-технические измерения
- Военная метрология
- Метрология
- Общая теория измерений
- Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
- Методы и средства измерений, испытаний и контроля
- Формирование и передача сигналов
- Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
- Производственная практика
- Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии
- Организация и технология испытаний
- Интегрированные пакеты для метрологии
- Производственная практика
- Основы научных исследований

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

- Прикладная метрология
- Производственная преддипломная практика

### 3. Объем дисциплины в 2Е/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, 2Е/(час)</b>	2/ 72	2/ 72
<i>Аудиторные занятия</i> , всего час., <b>В том числе</b>	34	34
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа</b> , всего	38	38
<b>Вид промежуточного контроля:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен ( <b>Зачет, Дифф. зач, Экз.</b> )	Зачет	Зачет

### 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. Базовые технологии микро- и нанoeлектроники.	2	1			2
Раздел 2. Элементная база микро- и нанoeлектроники.	4	4			11
Раздел 3. Микросхемы современных измерительных преобразователей.	2	2			7
Раздел 4. Авиационные системы и комплексы.	2	2			3
Раздел 5. Аналоговые и цифровые средства авионики (авиационной электроники).	7	8			15

Итого в семестре:	17	17			38
Итого:	0	34	0	0	38

#### 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
Раздел 1	<p><b>Базовые технологии микро- и наноэлектроники</b></p> <p>Тема 1.1 Требования к полупроводниковым материалам. Получение высокочистых веществ и материалов.</p> <p>Тема 1.2 Основные технологические методы и приемы изготовления функциональных элементов наноэлектроники.</p>
Раздел 2.	<p><b>Элементная база микро- и наноэлектроники</b></p> <p>Тема 2.1 Классификация интегральных микросхем. Микросхемы малой, большой (БИС) и сверхбольшой степени интеграции (СБИС).</p> <p>Тема 2.2 Эволюционное развитие интегральных схем.</p> <p>Тема 2.3 Номенклатура аналоговых интегральных БИС.</p> <p>Тема 2.4 Программируемые аналоговые интегральные схемы (ПАИС). Производители ПАИС (Lattice Semiconductor, Anadigm).</p>
Раздел 3	<p><b>Микросхемы современных измерительных преобразователей</b></p> <p>Тема 3.1 Сдвиговые регистры на основе ПЗС-матриц. Быстродействующие запоминающие устройства на основе ПЗС-матриц.</p> <p>Тема 3.2 Микросхемы аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей (АЦП и ЦАП) высокой разрядности.</p> <p>Тема 3.3 Микросхемы преобразователей напряжения в частоту, преобразователей температуры в цифровой код, твердотельные акселерометры и другие микросхемы.</p>
Раздел 4	<p><b>Авиационные системы и комплексы</b></p> <p>Тема 4.1 Авиационные системы связи. Аналоговые системы радиосвязи. Речевое сообщение и его статистические параметры. Способы модуляции речевых сообщений и критерии точности речевых сообщений. Цифровые системы радиосвязи.</p> <p>Тема 4.2 Системы ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов.</p> <p>Тема 4.3 Микромеханические микросхемы гироскопов и акселерометров. Применение изделий микромеханики в навигационных системах.</p> <p>Тема 4.4 Системы индикации измерительных данных. Цифро-аналоговые жидкокристаллические цветные дисплеи.</p>
Раздел 5	<p><b>Аналоговые и цифровые средства авионики (авиационной электроники)</b></p> <p>Средства микро- и наноэлектроники, используемые при измерениях параметров авиационных приборов и комплексов.</p> <p>Тема 5.1 Посадочный радиокомпас (например, Becker Avionics).</p> <p>Тема 5.2 Цифровой радиодальномер.</p> <p>Тема 5.3 Цифровой высотомер (напр., Alter Sky).</p> <p>Тема 5.4 Авиационные цифровые вариометры. Измерение скорости изменения высоты полета. Измерение угловой скорости или частоты вращения.</p>

	<p>Тема 5.5 Цифровые датчики угловой скорости.</p> <p>Тема 5.6 Доплеровский измеритель скорости и сноса. Вычислители для доплеровских измерителей.</p> <p>Тема 5.7 Системы воздушных сигналов (СВС) с цифровыми вычислителями.</p>
--	--

#### 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	Тема 1.3 Исходные вещества и материалы, используемые в производстве изделий микро- и нанoeлектроники (германий, кристаллический кремний, хлорсилан, фторсилан и др.).	Групповая дискуссия	1	1
2	Тема 2.5 Цифровые интегральные схемы. СБИС комбинационной логики. Базовые матричные кристаллы. СБИС с использованием базовых матричных кристаллов.	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	2
	Тема 2.6 Программируемые логические схемы (ПЛИС). Программируемые интегральные схемы структур FPGA, CPLD, FLEX.	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	2
	Тема 2.7 Микропроцессоры и микроконтроллеры. Эволюция микропроцессоров от Intel 4004 (1971 г.) до настоящего времени.	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	2
	Тема 2.8 Производители микропроцессоров и рекомендации по использованию их продукции.	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	2
3	Тема 3.4 Программируемые цифровые сигнальные процессоры (DSP). Встраиваемые (embedded) в измерительное устройство микропроцессоры. Радиационно-устойчивые одноплатные компьютеры	Групповая дискуссия	2	3

	RAD750 и RAD6000. Семейство 32-битных процессоров Blackfin для измерительных преобразователей.			
4	Тема 4.4 Системы индикации измерительных данных. Цифро-аналоговые жидкокристаллические цветные дисплеи.	Групповая дискуссия	2	4
5	Тема 5.8 Самолетный речевой информатор.	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	5
	Тема 5.9 Цифровой многофункциональный индикатор.	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	5
	Тема 5.10 Цифровой приемник воздушного давления.	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	5
	Тема 5.11 Цифровые измерители расхода топлива (топливомеры).	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	5
	Тема 5.12 Цифровой транспондер (радиоответчик).	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	5
	Тема 5.13 Определители относительных координат и относительной скорости сближения летательных аппаратов (система ACAS).	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	5
	Тема 5.14 Цифровой индикатор азимута.	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	5
Тема 5.15 Комплексный информационный пилотажно-навигационный прибор (GLANCE EFIS), в составе которого: цифровой высотомер; указатель приборной воздушной скорости (цифровая и аналоговая шкалы); вариометр (цифровая и аналоговая шкалы); индикатор положения (авиагоризонт); указатель путевой скорости (цифровая и аналоговая шкалы).	Групповая дискуссия Решение ситуационных задач	1	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			

#### 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>38</b>	<b>38</b>
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
подготовка к текущему контролю (ТК)	6	6
домашнее задание (ДЗ)	12	12

### 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.Гридчин. – 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.-Петербург. 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.-Петербург. 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/lektsii-po-normirovaniyu-tochnosti-i-tekhnikeskim-izmereniyam/99-metrologicheskie-osnovy-technicheskix-izmerenij.html">http://metrologe.ru/lektsii-po-normirovaniyu-tochnosti-i-tekhnikeskim-izmereniyam/99-metrologicheskie-osnovy-technicheskix-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.

### 8.2. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Операционная система: Microsoft Windows Professional 8 Russian Номер лицензии 62047569

2	Офис: Microsoft Office Plus 2013 Russian Номер лицензии 61351237
---	--

### 8.3. 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	Специализированная лаборатория	
4	Стенд	
5	Класс для деловой игры	

## 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
Зачет	Список вопросов; 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
	ПК-23 «способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций в области метрологического обеспечения»
4	Метрология
5	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов

5	Общая теория измерений
5	Метрология
6	Методы и средства измерений, испытаний и контроля
6	Формирование и передача сигналов
6	Теория и расчет измерительных преобразователей и приборов
6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
7	Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии
7	Организация и технология испытаний
7	Интегрированные пакеты для метрологии
8	Методы исследования с использованием сканирующей зондовой микроскопии
8	Основы научных исследований
8	Интегрированные пакеты для метрологии
9	Прикладная метрология
9	Средства и методы измерений в микро и нанoeлектронике
10	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
10	Производственная преддипломная практика

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
	Учебным планом не предусмотрено

##### 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы для дифференцированного зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифференцированного зачета
1	Авиационные информационно-измерительные системы. Назначение.
2	Авиационная измерительная электроника (авионика) и ее эволюция.
3	Авиационные измерительные системы и комплексы. Номенклатура.
4	Аналоговые и цифровые измерительные средства авиационной электроники.
5	Цифровые радиодальномеры.
6	Цифровые высотомеры. Этапы развития техники измерения высоты.
7	Измерение скорости изменения скорости изменения высоты полета. Цифровые вариометры.
8	Доплеровский измеритель скорости и сноса.
9	Система воздушных сигналов (СВС).
10	Приемники воздушного давления. Измерительные преобразователи.
11	Авиационные топливомеры. Аналоговые и цифровые измерения.
12	Цифровой индикатор азимута.
13	Цифровой измеритель угловой скорости.
14	Элементная база самолетной измерительной электроники.
15	Развитие авионики. Механические, электромеханические и электронные средства измерения.
16	Микросхемы авиационных измерительных преобразователей. Состав.
17	Микромеханические микросхемы гироскопов и акселерометров.
18	АЦП и ЦАП высокой разрядности для измерительных преобразователей.
19	Пилотажные электронные системы (EICAS, ACAS, GPS, EFIS и др.).
20	Бортовые вычислительные средства. Состав и описания.
21	Бортовые сигнальные процессоры (DSP).

22	Сигнальные процессоры семейств Blackfin (Analog Divices) и семейство TMS (Texas Instruments)/
23	Встроенные процессоры авиационных измерительных систем.
24	Микромеханические датчики ускорения и давления.
25	Микросистемотехника – технологическое направление разработки датчиков в микроэлектронном исполнении.
26	Твердотельные пьезоэлектрические гироскопы вибрационного типа.
27	Твердотельные датчики на объемных (ОАВ) и поверхностных (ПАВ) акустических волнах.
28	Микросхемы емкой памяти и высокого быстродействия для авиационных измерительных комплексов.
29	Специализированные бортовые вычислители с узким функциональным набором задач.
30	Жидкокристаллические индикаторы для самолетных измерительных комплексов.
31	Экономика (затраты) современной авиационной электроники.
32	Бортовой радиационный контроль. Методы и приборы радиационного контроля.

3. 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

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

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Как комплектуются ПАИС?
2	Чем отличается активный аналоговый фильтр от пассивного?
3	В чем заключается суть теоремы о дискретизации?
4	Какой из известных методов АЦ-преобразования является наиболее быстродействующим?
5	Почему повышается точность АЦ-преобразования в схемах с двойным интегрированием?
6	Как строится схема типа «выборка-хранение»?
7	Как строится схема фазовращателя на ОУ?
8	Что представляет собой типичная таймерная схема (555)?
9	Чем отличается АЦ-преобразователь от преобразователя «напряжение-частота»?

10	Что представляет собой ПЗС-матрица и сдвиговый регистр на ее основе?
11	Что такое «матрица постоянного импеданса» в структуре ЦАП?
12	Как формулируются понятия «встроенный процессор» и «цифровой сигнальный процессор»?
13	Как строится структура АЦ-преобразователя на основе «сигма-дельта» преобразования?
14	Что обозначает понятие «RISC-архитектура» процессора?
15	ШИМ-модуляция и ее использование в измерительной технике?

### 5. 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	Использование холловских датчиков для измерения угловых скоростей
2	Оптические датчики положения для контроля технологических процессов
3	Электромагнитные расходомеры для электропроводящих жидкостей.
4	Устройства на основе вихретоковых датчиков для контроля расстояний.
5	Полупроводниковые адсорбционно-чувствительные газовые датчики для контроля расстояний.
6	Интерференционные датчики шероховатости поверхностей.
7	Датчики шероховатости, основанные на измерениях светорассеяния.
8	Измерители напряженности электрического поля промышленной частоты.
9	Измерители напряженности магнитного поля промышленной частоты.
10	Измерители плотности энергии и мощности ВЧ-электромагнитного поля.
11	Микромеханические датчики давления.
12	Твердотельные гироскопические датчики.
13	Резистивные измерители температуры на основе металлов (платина, никель) с положительным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС).
14	Кремниевые пьезоэлектрические датчики давления.
15	Фоторезисторы для детектирования в видимой, красной и инфракрасной частях спектра.
16	Кремниевые фотодиоды для ближних ультрафиолетовой и инфракрасной частей спектра и оптронные пары широкого применения;
17	Широкополосные полупроводниковые болометры (термисторы).



18	Радиоизотопные измерители концентрации пыли и счетчики частиц.
19	Акустоэлектромеханические датчики давления в жидких и газообразных средах.
20	Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования как основа современной измерительной техники.
21	Детекторы дымовых газов.
22	Датчики расхода автомобильных моторных топлив.
23	Допплеровские измерители скорости автомобиля.
24	Термометры сопротивления на основе платины и никеля.
25	Тензодатчики для измерения давления (силы), положения, смещения.

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**  
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 обучающимся 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:

– лекции согласно разделам (табл.2) и темам (табл.3).

Материалы для освоения имеются в электронном виде

- Курс в системе LMS <https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=263>

### **Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

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.

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

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

Перечень исходных данных для индивидуальных заданий студентам и справочный материал, необходимый для решения практических задач, представлен в учебном пособии к выполнению практических работ.

Материалы для освоения имеются в электронном виде

- Курс в системе LMS <https://lms.guap.ru/new/course/view.php?id=263>

### **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:

– 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».

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