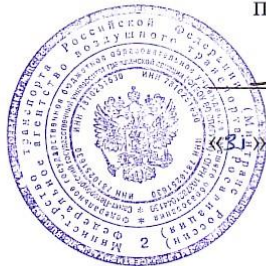


МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА (РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВПО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»

«УТВЕРЖДАЮ»  
Первый проректор-проректор  
по учебной работе



*[Signature]* Н.Н. Сухих  
«31» августа 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Современные сложные стандартные средства измерения

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения**

Специализация

**«Организация радиотехнического обеспечения полетов  
воздушных судов»**

Квалификация выпускника  
**инженер**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2017

## **1. Цели освоения дисциплины**

### **Цели дисциплины:**

- изучить основы теории и практики радиоизмерений применяемых при радиотехническом обеспечении полётов воздушных судов в процессе технического обслуживания и ремонта бортового и наземного радиооборудования;
- систематизировать знания студентов по методам изучения сигналов и помех, применяемых при техническом обслуживании и ремонте наземного авиационного радиоэлектронного оборудования в радиотехническом обеспечении полетов воздушных судов;
- дать студентам систематические знания по основам теории и практики радиоизмерений, а также по методам диагностики авиационного радиоэлектронного оборудования;
- привить студентам навыки инженерного мышления, основанного на знании основных понятий и определений из предметной области выбранной специализации и понимании сущности процессов, происходящих в элементах авиационного радиоэлектронного оборудования.

### **Задачи дисциплины:**

- формирование у студентов знаний и представлений о методах измерений параметров радиоэлектронных средств, измерительных средствах для их измерений;
- формирование умений по применению измерительных средств для контроля параметров;
- формирование навыков наблюдения, анализа формы и измерения параметров электрических сигналов.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Дисциплина СЗ.В.3 «Современные сложные стандартные средства измерения» изучается в 6 семестре и представляет собой дисциплину базовой части цикла профессиональных дисциплин.

Материал дисциплины базируется на компетенциях, сформированных у студента при освоении дисциплин «Математика», «Физика», «Электротехника и электроника».

Для освоения учебного материала дисциплины «Современные сложные стандартные средства измерения» предъявляются следующие требования к «входным» знаниям, умениям, владениям и готовностям студентов:

### **- по дисциплине «Математика»:**

#### **Знать:**

- основные понятия дифференциального и интегрального исчисления;
- основные понятия теории функций комплексных переменных;
- основные понятия теории вероятностей и математической статистики;
- основные понятия теории случайных процессов.

**Уметь:**

- применять математические методы названных разделов «Математики» при решении задач изучаемой дисциплины.

**Владеть:**

- навыками решения задач, использующих математический аппарат названных разделов «Математики».

**- по дисциплине «Физика»:**

**Знать:**

- основные понятия и законы электричества, магнетизма, колебаний и волн,

**Уметь:**

- решать типовые задачи по названным разделам курса физики, используя методы математического анализа.

**Владеть:**

- методами проведения физических измерений.

**- по дисциплине «Информатика»:**

**Знать:**

- основные характеристики технических средств реализации информационных технологий.

**Уметь:**

- работать в качестве пользователя персонального компьютера

**Владеть:**

- методами поиска информации в глобальных и локальных компьютерных сетях.

**- по дисциплине "Электротехника и электроника":**

**Знать:**

- основные понятия и законы электрических цепей;

- основы электроники и принципы действия электронных устройств.

**Уметь:**

- производить расчеты электрических цепей;

- использовать электронные устройства в радиотехнических цепях.

**Владеть:**

- навыками расчета основных типов электрических цепей;

- методами использования электронных устройств в радиотехнических цепях.

У студентов, приступающих к изучению дисциплины, должны быть сформированы следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

умение анализировать логику рассуждений и высказываний, выявлять значение, смысловое содержание в услышанном, увиденном или прочитанном (ОК-5);

способность и готовность приобретать новые знания, использовать различные формы обучения, информационно образовательные технологии (ОК-21);

способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности (ПК-7).

Дисциплина является обеспечивающей для следующих дисциплин: «Техническая диагностика радиоэлектронных систем» и «Организация технической эксплуатации средств РТОП и связи».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины «Современные сложные стандартные средства измерения» обучающийся развивает и формирует следующие компетенции:

#### **общекультурные (ОК):**

умение анализировать логику рассуждений и высказываний, выявлять значение, смысловое содержание в услышанном, увиденном или прочитанном (ОК-5);

способность профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями подготовки специалиста (ОК-52).

#### **профессиональные (ПК):**

владением современными средствами измерений и методами проведения измерений (ПК-122);

способностью и готовностью составлять описания проводимых наблюдений и измерений и формулировать выводы (ПК-141);

способностью и готовностью организовывать и проводить измерения и наблюдения (ПК-145).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **знать:**

- средства и методы измерений эксплуатационно-технических параметров и характеристик радиоэлектронного оборудования (ОК-5, ОК-52);

#### **уметь:**

- грамотно использовать измерительные приборы для решения эксплуатационно-технических задач и производить обработку результатов измерений (ОК-52, ПК-122, ПК-145);

#### **владеть:**

- современными средствами измерений и методами их проведения с целью достижения единства и требуемой точности измерений (ПК-141, ОК-145).

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры
		6
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
- лекции,	<b>18</b>	<b>18</b>
- практические занятия (ПЗ),	<b>32</b>	<b>32</b>
- семинары (С),	-	-
- лабораторные занятия (ЛР),	-	-
- курсовой проект (работа)	<b>4</b>	<b>4</b>
- другие виды аудиторных занятий	-	-
Самостоятельная работа студента	<b>63</b>	<b>63</b>
Контрольные работы		
в том числе контактная работа		
Промежуточная аттестация		
Контактная работа		
Самостоятельная работа по подготовке к (зачету, экзамену) необходимо указать конкретный вид промежуточной аттестации	<b>27</b>	<b>Экзамен КУР</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Соотнесения тем – разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

#### Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них компетенций

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-52	ПК-59	ПК-60		
<b>Раздел 1. Анализаторы спектра сигналов</b>	<b>24</b>	+	+	+		
Тема 1. Общие сведения	5	+			ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	Вх.К, оцЗ Д
Тема 2. Параллельный и последовательный методы анализа спектра	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗ Д
Тема 3. Цифровой анализ спектра	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗ Д
Тема 4. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗ Д
Тема 5. Измерения нелинейных	4	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗ Д

искажений						
<b>Раздел 2. Логические анализаторы и осциллографы смешанных сигналов</b>	<b>24</b>	+	+	+		
Тема 6. Назначение и принцип действия логического анализатора	6	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 7. Структурная схема логического анализатора	6	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 8. Режимы работы логического анализатора	6	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 9. Осциллографы смешанных сигнал ов	6	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
<b>Раздел 3. Измерение параметров и характеристик радиотехничес ких цепей</b>	<b>24</b>	+	+	+		
Тема 10. Общие сведения	3	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 11. Измерение параметров радиотехническ их цепей с сосредоточенны ми и распределенным и постоянными	3	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 12. Измерение активных	3	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД

сопротивлений						
Тема 13. Мостовые измерители параметров элементов	3	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 14. Резонансный метод измерения параметров элементов	3	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 15. Цифровые средства измерения параметров элементов	3	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 16. Измерение амплитудно-частотных характеристик	3	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 17. Измерение параметров линейных СВЧ-устройств	3	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
<b>Раздел 4. Измерение характеристик случайных процессов</b>	<b>24</b>	+	+	+		
Тема 18. Общие сведения	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 19. Измерение математического ожидания и дисперсии	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 20. Измерение распределения	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД



вероятностей						
Тема 21. Измерение корреляционных функций	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 22. Спектральный анализ случайных процессов	4	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
<b>Раздел 5. Компьютерные измерительные устройства</b>	<b>24</b>	+	+	+		
Тема 23. Общие сведения о компьютерных измерительных устройствах	6	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 24. Платы сбора данных и управления	6	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 25. Модульный КИУ	6	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 26. Программное обеспечение КИУ. Виртуальные измерительные приборы.	6	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
<b>Раздел 6. Информационн о- измерительные системы</b>	<b>24</b>	+	+	+		
Тема 27. Общие сведения	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 28. Измерительные системы	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 29.	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ),	оцЗД

Виртуальные информационно-измерительные системы					ПЗ, СРС	
Тема 30. Интеллектуальные измерительные системы	5	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 31. Интерфейсы	4	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
<b>Итого за 6 семестр</b>	<b>144</b>					

**Условные сокращения:** ВхК – входной контроль; ТЛ – традиционная лекция; ЛВ – лекция визуализация; ПЗ – практическое занятие; СРС – самостоятельная работа студента, ЗД - задание для оценки уровня освоения учебного материала темы; оцЗД – оценка выполненного задания.

## 5.2. Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Формирование измерительных сигналов

#### Тема 1. Измерительные сигналы

Общие сведения об измерениях. Требования, предъявляемые к измерениям в радиоэлектронике. Измерительные сигналы.

#### Тема 2. Генераторы измерительных сигналов

Общие сведения о генераторах гармонических колебаний. Генераторы низкой частоты. Принцип работы генераторов низкой частоты. ГНЧ на основе LC-генераторов. ГНЧ на основе RC – генераторов. Генератор, реализуемый метод биения. Цифровые измерительные генераторы низкой частоты. Генераторы высоких частот и специальных сигналов. Генераторы высокой частоты. Генераторы сверхвысоких частот. Генераторы качающейся частоты и сигналов специальной формы. Генераторы качающейся частоты. Генераторы специальной формы. Генераторы шумовых сигналов. Генераторы шумоподобных сигналов. Применение генераторов измерительных сигналов при проведении измерений.

### Раздел 2. Измерения параметров сигналов

#### Тема 3. Наблюдение и анализ формы сигналов

Общие сведения об осциллографах. Принцип работы осциллографа. Универсальный осциллограф. Стробоскопические и скоростные осциллографы. Запоминающие осциллографы. Цифровые осциллографы. Автоматизация процесса измерения. Принцип формирования изображения на экране осциллографа. Методы наблюдения, анализа, измерения и исследования формы сигналов. Измерение амплитуды, временных параметров сигнала и сдвига фаз двух сигналов. Осциллографирование импульсных сигналов. Применение осциллографа при наблюдении и анализе формы сигналов.

#### **Тема 4. Измерение частотно-временных параметров и анализ спектра сигналов**

Методы измерения частоты и интервалов времени. Общие сведения об измерении частоты и интервалов времени. Резонансный метод измерения частоты. Гетеродинный метод измерения частоты. Измерение частоты методом заряда и разряда конденсатора. Цифровой метод измерения частоты. Цифровой метод измерения интервалов времени. Автоматизация процессов измерения частоты и интервалов времени. Измерители частотно-временных параметров сигналов. Методы анализа спектра сигнала. Общие сведения о спектральном анализе сигналов. Методы выделения гармонических составляющих сигнала. Методы выделения гармонических составляющих сигнала. Параллельный анализ спектра. Последовательный анализ спектра. Цифровой способ выделения спектральной составляющей сигнала. Анализаторы спектра. Измерение нелинейных искажений. Измерители нелинейных искажений. Использование измерительных приборов при анализе частотно-временных параметров и спектра сигналов.

#### **Тема 5. Измерение фазового сдвига сигналов**

Методы измерения фазового сдвига сигнала. Общие сведения об измерении фазового сдвига сигналов. Осциллографические методы измерения. Компенсационный метод измерения. Метод преобразования фазового сдвига во временной интервал. Цифровые методы измерения. Методы измерения фазового сдвига с преобразованием частоты. Измерение фазового сдвига фазовыми детекторами. Измерители фазового сдвига. Использование измерительных приборов при измерении угла фазового сдвига сигналов.

### **Раздел 3. Измерение параметров радиотехнических устройств и систем**

#### **Тема 6. Измерение электрической мощности**

Методы измерения электрической мощности. Общие сведения об измерении электрической мощности. Измерители мощности. Измерение мощности в диапазонах низких и высоких частот. Измерение мощности СВЧ-колебаний. Измерение мощности лазерного излучения. Использование измерительных приборов при измерении мощности излучаемых сигналов.

#### **Тема 7. Измерение параметров радиотехнических цепей с сосредоточенными и распределенными постоянными**

Методы измерения параметров радиотехнических цепей с сосредоточенными постоянными. Общие сведения об измерениях параметров цепей. Измерители параметров цепей. Методы измерения активных сопротивлений на постоянном токе. Измерение индуктивности, добротности, емкости и тангенса угла потерь мостами переменного тока. Резонансные методы измерения параметров элементов. Цифровые методы измерения параметров элементов. Особенности измерения параметров с помощью цифровых автоматических приборов с микропроцессором.

Методы измерения параметров радиотехнических цепей с распределенными постоянными. Методы измерения параметров линейных СВЧ-устройств. Способ измерительной линии. Способ раздельного измерения падающей и отраженной волн. Автоматические микропроцессорные панорамные рефлектометры и измерители КСВ. Измерители параметров цепи. Использование измерительных приборов при измерении параметров цепей с сосредоточенными постоянными. Использование измерительных приборов при измерении параметров цепей с распределенными постоянными

#### **Раздел 4. Измерительные системы**

##### **Тема 8. Измерительные системы параметров радиотехнических устройств и систем.**

Методы измерения параметров радиотехнических устройств и систем. Методы измерения совокупности параметров или обобщенных параметров радиотехнических устройств и систем. Метод измерения параметров радиотехнических устройств и систем с использованием имитации сигнала. Метод измерения параметров радиотехнических устройств и систем с использованием имитаторов сигналов. Метод измерения параметров радиотехнических устройств и систем с использованием имитаторов сигналов стендов для их регулировки и испытаний. Измерители параметров РТУ и систем. Использование измерительных приборов при измерении параметров радиотехнических устройств и систем

##### **Тема 9. Информационно-измерительные системы.**

Общие сведения об информационно-измерительных системах. Общие понятия и определения. Общие сведения об ИИС. Общая характеристика контрольно-измерительных систем. Измерительные системы. Телеизмерительные системы. Виртуальные измерительные системы. Использование информационно-измерительных систем для контроля параметров радиотехнических устройств и систем.

Направления развития методов измерения и измерительных средств. Развитие современных методов измерений. Совершенствование

измерительных средств технологических процессов. Перспективы развития универсальных измерительных приборов.

### 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КР	Всего часов
1	Раздел 1. Анализаторы спектра сигналов	3	5		10		18
2	Раздел 2. Логические анализаторы и осциллографы смешанных сигналов	3	5		10		18
3	Раздел 3. Измерение параметров и характеристик радиотехнических цепей	3	5		10	4	18
4	Раздел 4. Измерение характеристик случайных процессов	3	5		10		18
5	Раздел 5. Компьютерные измерительные устройства	3	5		10		18
6	Раздел 6. Информационно-измерительные системы	3	7		13		23
	<b>ИТОГО за 6 семестр:</b>	<b>18</b>	<b>32</b>		<b>63</b>	<b>4</b>	<b>117</b>

### 5.4. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.5. Практические занятия

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Всего часов
1	1	Практическое занятие № 1. «Основы теории измерений».	3
2	1	Практическое занятие № 2. «Применение анализаторов спектра сигналов при проведении измерений»	3
3	1	Практическое занятие № 3. «Применение логических анализаторов и осциллографов смешанных сигналов при наблюдении и	3

		анализе формы сигналов»	
4	2	Практическое занятие № 4. «Использование измерительных приборов при анализе частотно-временных параметров сигналов»	3
5	2	Практическое занятие № 5. «Измерение угла фазового сдвига»	3
6	3	Практическое занятие № 6. «Использование измерительных приборов при измерении параметров лтнейных СВЧ-устройств»	3
7	3	Практическое занятие № 7. «Использование измерительных приборов при измерении параметров цепей с сосредоточенными постоянными»	3
8	3	Практическое занятие № 8.Использование измерительных приборов при измерении параметров цепей с распределенными постоянными»	3
9	6	Практическое занятие № 9. «Использование измерительных систем при измерении параметров радиотехнических устройств и систем	3
10	6	Практическое занятие № 10. «Использование информационно-измерительных систем при измерении параметров РТА»	5
<b>Итого за 6 семестр</b>			<b>32</b>

### 5.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	№ раздела	Изучение теоретического материала	Кол. часов
1	1 - 6	Подготовка к лекциям [3, 4]	31
2	1 - 6	Подготовка к практическим занятиям [1, 2, 3, 4]	32
<b>Итого за 6 семестр</b>			<b>63</b>

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература

1. Батоврин, В.К., Бессонов, А.С. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий [Текст]: учебное пособие / В.К. Батоврин, А.С.

Бессонов, В.В. Мошкин, В.Ф. Папуловский. –М.: ДМК Пресс, 2009. – 232 с. – ISBN 978-5-94074-498-6.

2. Клаассен, К. Основы измерений. Датчики и электронные приборы [Текст]: учебное пособие / К. Клаассен. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. – 352 с. – ISBN 978-5-91559-125-6.

3. Нефедов, В.И. Метрология и радиоизмерения [Текст]: учебник / В.И. Нефедов. - М.: «Высшая школа», 2006. – 526 с.

4. Фролов, В.И. Измерения в радиоэлектронике и техническая диагностика РЭС [Текст]: Курс лекций / В.И. Фролов. – СПб.: ГУГА, 2010. – 85 с.

#### **б) дополнительная литература**

1. Карр, Д. Диагностика и ремонт аппаратуры радиосвязи и радиовещания [Текст]: учебник / Д. Карр. – М.: МИР, 1991.- 400 с. – ISBN 5-03002134-5.

2. Кузнецов, В.А., Долгов, В.А. Измерения в электронике [Текст]: справочник / В.А. Кузнецов, В.А. Долгов, В.М. Коневских; под ред. В.А. Кузнецова. – М.: Энергоиздат, 1987. – 512 с.

3. Шишмарев, В.Ю. Технические измерения и приборы [Текст]: учебное пособие / В.Ю. Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. - 384 с. – ISBN 978-5-7695-8764-1.

4. Хрусталева З.А. Электротехнические измерения [Текст]: учебное пособие / З.А. Хрусталева. – М.: КНОРУС, 2012. – 208 с. – ISBN 978-5-406-02168-2.

5. Государственные стандарты: /Комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии [Текст]: в 4-х т. - М.: Ростехнадзор, 2003.- 560 с.

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

1. Универсальные измерительные приборы.
2. Компьютерный класс кафедры.
3. Средства для компьютерной презентации учебных материалов в аудиториях кафедры (ноутбук, проектор, экран).
4. Программные средства обеспечения учебного процесса.

### **8. Образовательные технологии:**

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии.

**Традиционная лекция.** Составляет основу теоретического обучения в

рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. На лекции концентрируется внимание студентов на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся демонстрацией моделирования рассматриваемых схем и процессов. Материал лекции излагается при одновременной демонстрации слайдов, созданных в среде PowerPoint.

**Лекция-визуализация** учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

**Практическое занятие** проводится в целях практического закрепления теоретического материала излагаемого на лекции. Главным содержанием практического занятия является индивидуальная практическая работа каждого студента.

**Лабораторная работа** проводится в целях практического освоения и подтверждения студентами научно-теоретических положений дисциплины, овладение ими техникой моделирования и экспериментальных исследований моделей, а также анализа полученных результатов, привитие навыков работы с основными интегрированными средами разработчика аналоговых, цифровых, микропроцессорных и программируемых устройств, с лабораторным оборудованием. После выполнения лабораторной работы студенты представляют отчет, оформленный в соответствии с действующими ГОСТ и ЕСКД.

Наиболее важные лабораторные работы защищаются. Защищенные отчеты хранятся на кафедре до завершения обучения студентов по дисциплине.

**Самостоятельная работа** студента является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирования навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях. Самостоятельная работа подразумевает выполнение учебных заданий, в том числе и индивидуальных получаемых студентом после каждого занятия.

Все задания, выносимые на самостоятельную работу выполняются студентом либо в конспекте, либо на отдельных листах формата А4. Контроль за выполнением заданий выносимых на самостоятельную работу осуществляет преподаватель.



**9. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Входной контроль** предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимся, необходимых перед изучением дисциплины.

**Контрольные задания** предназначены для промежуточной оценки уровня освоения студентом материала по отдельным темам дисциплины.

**Экзамен** – заключительный контроль, оценивающий уровень освоения дисциплины обучающимся.

**9.1. Бально-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов.**

**6 семестр**

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий(оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
<b>Обязательные виды занятий</b>					
<b>Раздел 1. Анализаторы спектра сигналов</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>					
1	Лекции (3)	4	5	2	
2	Практическое занятие (5)	4	5	3	
<b>Раздел 2. Логические анализаторы и осциллографы смешанных сигналов</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>					
3	Лекции (3)	4	6	3	
4	Практическое занятие (5)	4	6		
<b>Раздел 3. Измерение параметров и характеристик радиотехнических цепей</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>					
5	Лекции (3)	4	6	6	
6	Практическое занятие (5)	4	6	6	
<b>Раздел 4. Измерение характеристик случайных процессов</b>					

№ п/п	Раздел (тема) / Вид учебных занятий(оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
		Минимальное значение	Максимальное значение		
<b>Аудиторные занятия</b>					
7	Лекции (3)	4	6		
8	Практическое занятие (5)	4	6		
<b>Раздел 5. Компьютерные измерительные устройства</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>					
9	Лекции (3)	4	6		
10	Практическое занятие (5)	4	6		
<b>Раздел 6. Информационно-измерительные системы</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>					
11	Лекции (3)	4	6		
12	Практическое занятие (7)	1	4		
<b>Итого по обязательным видам занятий</b>		<b>45</b>	<b>70</b>		
<b>Экзамен</b>		<b>15</b>	<b>30</b>		
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>		
<b>Премиальные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</b>				7	
Участие в конференции по темам дисциплины				7	
Научная публикация по темам дисциплины				7	
<b>Итого баллов за 8 семестр</b>		<b>60</b>	<b>120</b>		
<b>Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по 5-ти балльной «академической» шкале</b>					
<b>Количество баллов по балльно-рейтинговой системе</b>		<b>Оценка (по 5-ти балльной «академической» шкале)</b>			
<b>90 и более</b>		5 - «отлично»			
<b>75 – 89</b>		4 - «хорошо»			
<b>60 – 74</b>		3 - «удовлетворительно»			
<b>менее 60</b>		2 - «неудовлетворительно»			

## 9.2. Темы рефератов, курсовых работ, эссе и т.д. по разделам дисциплины.

При изучении дисциплины «Измерения в радиоэлектронике» выполняется курсовая работа.

Наименование этапа выполнения курсовой работы (проекта)	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовую работу (проект)	0,5
Этап 2. Описание прибора согласно методическому указанию по выполнению курсовой работы	0,5
Этап 3. Расчет случайных погрешностей прибора	0,5
Этап 4. Составление письменного отчета	0,5
Этап 5. Защита курсовой работы (проекта)	2
Итого по курсовой работе:	2
самостоятельная работа студента, отведенная на выполнение курсовой работы	2
контактная работа	2

### Темы курсовой работы

Тема «Расчет оценки случайных погрешностей измерений» (по типам измерительных приборов):

1. Генератор синусоидальных сигналов низкочастотный;
2. Генератор синусоидальных сигналов высокочастотный;
3. Генератор синусоидальных сигналов сверхвысоких частот;
4. Электронный осциллограф;
5. Цифровой частотомер;
6. Цифровой измеритель временных интервалов;
7. Цифровой фазометр;
8. Генератор импульсных сигналов прямоугольной формулы;
9. Измеритель частотных характеристик;
10. Измеритель коэффициента стоячей волны;

## 9.3. Контрольные вопросы и задания для проведения входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по тогам освоения дисциплины.

### 9.3.1 Примерный перечень контрольных вопросов для проведения входного контроля

1. Дать определение понятию «Измерение - ...».
2. Дать определение понятию «Физическая величина - ...».
3. Дать определение понятию «Значение физической величины - ...».
4. Дать определение понятию «Единица физической величины - ...».
5. Дать определение понятию «Истинное (действительное) значение - ...»
6. Дать определение понятию «Измеренное значение - ...»
7. Прямые измерения.
8. Косвенные измерения.
9. Дать определение понятию «Абсолютное измерение - ...».
10. Дать определение понятию «Относительное измерение - ...»
11. Измерительные приборы.
12. Измерительная шкала.
13. Погрешности измерений.
14. Дать классификацию диапазонов радиочастот и длин волн.
15. Нарисовать электрические схемы усилительного каскада на транзисторе.
16. Привести семейство выходных характеристик транзистора.
17. Нарисовать эквивалентную электрическую схему кварцевого резонатора.
18. Резистор как источник напряжения теплового шума. Привести формулу Найквиста.
19. Диод как источник шумового тока. Привести формулу Шоттки.
20. Амплитудная характеристика прямой передачи электронного усилителя и ее аппроксимация степенным рядом.
21. Преобразование частоты как результат умножения двух гармонических колебаний.
22. Частота биений как результат сложения двух гармонических колебаний.
23. Стробоскопический эффект.
24. Результат прохождения прямоугольного импульса через дифференцирующую цепь.
25. Частотная характеристика фильтра нижних частот.
26. Результат прохождения прямоугольного импульса через интегрирующую цепь.
27. Частотная характеристика фильтра верхних частот.
28. Частотная характеристика полосового фильтра.
29. Гармонический ряд Фурье.
30. Интеграл Фурье.
31. Амплитудный детектор: схема и принцип работы.
32. Сопротивление емкости конденсатора по переменному току.
33. Сопротивление катушки индуктивности по переменному току.
34. Условие резонанса колебательного контура.

36. Указать недостающие сведения в таблице (типовой вопрос):

№ п/п	Наименование величины	Единица измерения				Соотношение величин
		Обозначение в РФ	Междунар. обозначение	Основная	Кратная или дольная	
1	Сопротивление					
2	Сила тока					
3	Напряжение					
4	Мощность					
5	Емкость					
6	Частота					
7	Период					
8	Длина волны					
9	Фаза сигналов					
10	Амплитуда сигнала					

37. Перевести заданные значения в требуемые единицы (типовой вопрос):

№ п/п	Задано	Перевести в единицы
1	$18\,000 \cdot 10^{-4}$ МГц	_____ кГц
2	$0,0143 \cdot 10^{-1}$ мкФ	_____ нФ
3	$3020,12 \cdot 10^{-2}$ мГн	_____ мкГн
4	$0,00910 \cdot 10^5$ Ом	_____ кОм
5	$120,1 \cdot 10^{-7}$ с	_____ мкс

**9.3.2 Примерный перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля успеваемости (по итогам освоения учебного материала темы)**

**Перечень типовых вопросов для текущего контроля в форме устного опроса в 6 семестре**

**К теме № 1**

1. Для каких целей используют спектральный анализ электрических сигналов?
2. Какой физический смысл лежит в основе прямого и обратного преобразования Фурье?
3. Как аналитически записывают прямое и обратное преобразование Фурье?

4. На чем основан параллельный и последовательный анализ спектра исследуемых сигналов?
5. Как выглядит упрощенная структурная схема анализатора параллельного действия?
6. Какова связь между дискретным преобразованием Фурье и гармоническими составляющими сигнала?
7. Как используют в цифровых анализаторах дискретное преобразование Фурье?
8. В чем состоит суть быстрого преобразования Фурье?
9. Что называют разрешающей способностью анализатора спектра сигналов?
10. Как разрешающая способность связана с полосой пропускания фильтра анализатора?
11. какова упрощенная структурная схема анализатора спектра последовательного типа?
12. Как связана скорость анализа с полосой пропускания анализатора спектра?
13. Чему равно время анализа в схемах последовательного типа?
14. На чем основан принцип построения гетеродинного анализатора спектра последовательного типа?
15. Назовите основные характеристики гетеродинного анализатора?
16. Какова структура нерекурсивного цифрового фильтра?
17. Как строят рекурсивные цифровые фильтры?
18. Как записывают математическое выражение для коэффициента гармоник?
19. Поясните алгоритм практического определения коэффициента гармоник.

## **К теме № 2**

1. Укажите назначение логического анализатора. Почему возможности цифрового осциллографа недостаточны для исследования сложных цифровых схем?
2. какие режимы работы логических анализаторов используют при анализе цифровых устройств?
3. Чем отличается логический анализатор от цифрового осциллографа?
4. Какие задачи решают с помощью логических анализаторов? Опишите типовую структурную схему ЛА.
5. Как решают проблемы подключения ЛА к анализируемой схеме? В каких случаях предусматривают ввод сигнала тактовой частоты от исследуемого устройства?
6. Какие особенности синхронизации и запуска в логических анализаторах по сравнению с цифровым осциллографом?

7. Что такое режимы запуска логического анализатора «по помехе», «по кодовому слову»?

8. какие используют режимы визуализации сигналов на экране логического анализатора?

### **К теме № 3**

1. Какие параметры электрических цепей считают сосредоточенными, а какие распределенными?

2. Перечислите основные методы измерения активных сопротивлений.

3. Дайте краткую характеристику методам измерения активных сопротивлений.

4. Представьте мостовые методы измерения на переменном и постоянном токе.

5. Чем отличаются условия равновесия четырехплечего моста на переменном токе от условия равновесия такого же моста на постоянном токе?

6. Приведите схемы уравновешенных мостов для измерения параметров  $L$ ,  $C$ ,  $R$  и  $\text{tg}\delta$ .

7. нарисуйте упрощенную функциональную схему куметра и объясните его принцип действия.

8. Какие методы измерения параметров используют в цифровых приборах?

9. Как производится исследование АЧХ линейных цепей?

10. какие методы измерения параметров элементов и цепей используют в диапазоне СВЧ?

11. Какая связь существует между режимом работы и нагрузкой в передающей линии СВЧ? Приведите примеры.

12. Для чего служит измерительная линия?

13. Объясните устройство волноводной измерительной линии и принцип ее действия?

14. Как определяют фазу коэффициента отражения с помощью измерительной линии?

15. Как вычисляют модуль коэффициента отражения?

16. Для чего предназначен рефлектометр?

17. Объясните работу панорамного измерителя КСВ и ослабления по упрощенной структурной схеме.

18. Поясните принцип действия автоматического микропроцессорного измерителя КСВ и ослабления.

### **К теме № 4**

1. Какие радиотехнические сигналы (процессы) относят к случайным?

2. Какой случай процесс считают стационарным и эргодическим?

3. Что называют выборкой случайных величин?

4. Какими параметрами можно характеризовать случайный стационарный эргодический процесс?

5. приведите основные формулы параметров случайного стационарного эргодического процесса.

6. Как аналоговыми измерителями можно определить математическое ожидание?

7. Приведите временные диаграммы, поясняющие метод дискретного определения математического ожидания цифровым прибором.

8. Объясните работу цифрового измерителя дисперсии по структурной схеме.

9. Приведите временные диаграммы, поясняющие алгоритмы определения интегральной функции вероятности?

10. С помощью соответствующих временных диаграмм поясните методику определения плотности вероятности.

11. Какой физический смысл вкладывают в понятие корреляционной функции?

12. Приведите различные формы записи АКФ и ВКФ.

13. Как выглядит упрощенная структурная схема коррелометра с перемножением?

14. Поясните принцип реализации цифрового метода определения корреляционных функций по временным диаграммам.

15. Как определяют спектральную плотность мощности случайного процесса?

### **К теме № 5**

1. Что такое виртуальный прибор? Чем он отличается от традиционного измерительного прибора? Чем определяется его точность?

2. Что необходимо для создания виртуального прибора? Выделите основные этапы его разработки.

3. Перечислите возможные варианты построения КИУ, сравните их.

4. Каковы достоинства и недостатки КИУ по сравнению с микропроцессорными измерительными приборами.

5. Как строятся КИУ на базе модульной системы SCXI? Какова их область применения?

6. Чем должен руководствоваться пользователь при выборе аппаратного обеспечения для КИУ?

7. Какие типы DAQ-плат бывают? Каково назначение каждой из них? Приведите примеры средств измерений, которые могут быть построены с их использованием.

8. Опишите структуру и назначение программного обеспечения КИУ.

### **К теме № 6**

1. Как классифицируют измерительные системы?

2. какова структура современных измерительных систем?

3. На какие классы можно условно разделить измерительные системы прямого назначения?



4. Что представляют собой виртуальные информационно-измерительные приборы и системы?
5. Для каких основных целей применяют ИИС?
6. Как различают ИИС по организации алгоритма функционирования?
7. Какое обеспечение входит в состав ИИС?
8. Какие задачи решают ИВК?
9. На какие классы делятся ИВК по назначению?
10. Каково назначение виртуальных приборов?
11. Перечислите области применения виртуальных измерительных систем.
12. Какие особенности и преимущества имеют виртуальные приборы?
13. Перечислите возможности программы LabVIEW.
14. Что собой представляют интеллектуальные измерительные системы?
15. Назовите основные виды стандартных интерфейсов.

**Примерный перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Современные сложные стандартные средства измерения» в форме зачета с оценкой**

1. Для каких целей используют спектральный анализ электрических сигналов?
2. Какой физический смысл лежит в основе прямого и обратного преобразования Фурье?
3. Как аналитически записывают прямое и обратное преобразование Фурье?
4. На чем основан параллельный и последовательный анализ спектра исследуемых сигналов?
5. Как выглядит упрощенная структурная схема анализатора параллельного действия?
6. Какова связь между дискретным преобразованием Фурье и гармоническими составляющими сигнала?
7. Как используют в цифровых анализаторах дискретное преобразование Фурье?
8. В чем состоит суть быстрого преобразования Фурье?
9. Что называют разрешающей способностью анализатора спектра сигналов?
10. Как разрешающая способность связана с полосой пропускания фильтра анализатора?
11. Какова упрощенная структурная схема анализатора спектра последовательного типа?
12. Как связана скорость анализа с полосой пропускания анализатора спектра?
13. Чему равно время анализа в схемах последовательного типа?
14. На чем основан принцип построения гетеродинного анализатора спектра последовательного типа?

15. Назовите основные характеристики гетеродинного анализатора?
16. Какова структура нерекурсивного цифрового фильтра?
17. Как строят рекурсивные цифровые фильтры?
18. Как записывают математическое выражение для коэффициента гармоник?
19. Поясните алгоритм практического определения коэффициента гармоник.
20. Укажите назначение логического анализатора. Почему возможности цифрового осциллографа недостаточны для исследования сложных цифровых схем?
21. какие режимы работы логических анализаторов используют при анализе цифровых устройств?
22. Чем отличается логический анализатор от цифрового осциллографа?
23. Какие задачи решают с помощью логических анализаторов?  
Опишите типовую структурную схему ЛА.
24. Как решают проблемы подключения ЛА к анализируемой схеме? В каких случаях предусматривают ввод сигнала тактовой частоты от исследуемого устройства?
25. Какие особенности синхронизации и запуска в логических анализаторах по сравнению с цифровым осциллографом?
26. Что такое режимы запуска логического анализатора «по помехе», «по кодовому слову»?
27. какие используют режимы визуализации сигналов на экране логического анализатора?
28. Какие параметры электрических цепей считают сосредоточенными, а какие распределенными?
29. Перечислите основные методы измерения активных сопротивлений.
30. Дайте краткую характеристику методам измерения активных сопротивлений.
31. Представьте мостовые методы измерения на переменном и постоянном токе.
32. Чем отличаются условия равновесия четырехплечего моста на переменном токе от условия равновесия такого же моста на постоянном токе?
33. Приведите схемы уравновешенных мостов для измерения параметров  $L$ ,  $C$ ,  $R$  и  $\text{tg}\delta$ .
34. нарисуйте упрощенную функциональную схему куметра и объясните его принцип действия.
35. Какие методы измерения параметров используют в цифровых приборах?
36. Как производится исследование АЧХ линейных цепей?
37. какие методы измерения параметров элементов и цепей используют в диапазоне СВЧ?
38. Какая связь существует между режимом работы и нагрузкой в передающей линии СВЧ? Приведите примеры.

39. Для чего служит измерительная линия?
40. Объясните устройство волноводной измерительной линии и принцип ее действия?
41. Как определяют фазу коэффициента отражения с помощью измерительной линии?
42. Как вычисляют модуль коэффициента отражения?
43. Для чего предназначен рефлектометр?
44. Объясните работу панорамного измерителя КСВ и ослабления по упрощенной структурной схеме.
45. Поясните принцип действия автоматического микропроцессорного измерителя КСВ и ослабления.
46. Какие радиотехнические сигналы (процессы) относят к случайным?
47. Какой случай процесс считают стационарным и эргодическим?
48. Что называют выборкой случайных величин?
49. Какими параметрами можно характеризовать случайный стационарный эргодический процесс?
50. приведите основные формулы параметров случайного стационарного эргодического процесса.
51. Как аналоговыми измерителями можно определить математическое ожидание?
52. Приведите временные диаграммы, поясняющие метод дискретного определения математического ожидания цифровым прибором.
53. Объясните работу цифрового измерителя дисперсии по структурной схеме.
54. Приведите временные диаграммы, поясняющие алгоритмы определения интегральной функции вероятности?
55. С помощью соответствующих временных диаграмм поясните методику определения плотности вероятности.
56. Какой физический смысл вкладывают в понятие корреляционной функции?
57. Приведите различные формы записи АКФ и ВКФ.
58. Как выглядит упрощенная структурная схема коррелометра с перемножением?
59. Поясните принцип реализации цифрового метода определения корреляционных функций по временным диаграммам.
60. Как определяют спектральную плотность мощности случайного процесса?
61. Что такое виртуальный прибор? Чем он отличается от традиционного измерительного прибора? Чем определяется его точность?
62. Что необходимо для создания виртуального прибора? Выделите основные этапы его разработки.
63. Перечислите возможные варианты построения КИУ, сравните их.
64. Каковы достоинства и недостатки КИУ по сравнению с микропроцессорными измерительными приборами.

65. Как строятся КИУ на базе модульной системы SCXI? Какова их область применения?

66. Чем должен руководствоваться пользователь при выборе аппаратного обеспечения для КИУ?

67. Какие типы DAQ-плат бывают? Каково назначение каждой из них? Приведите примеры средств измерений, которые могут быть построены с их использованием.

68. Опишите структуру и назначение программного обеспечения КИУ.

69. Как классифицируют измерительные системы?

70. Какова структура современных измерительных систем?

71. На какие классы можно условно разделить измерительные системы прямого назначения?

72. Что представляют собой виртуальные информационно-измерительные приборы и системы?

73. Для каких основных целей применяют ИИС?

74. Как различают ИИС по организации алгоритма функционирования?

75. Какое обеспечение входит в состав ИИС?

76. Какие задачи решают ИВК?

77. На какие классы делятся ИВК по назначению?

78. Каково назначение виртуальных приборов?

79. Перечислите области применения виртуальных измерительных систем.

80. Какие особенности и преимущества имеют виртуальные приборы?

81. Перечислите возможности программы LabVIEW.

82. Что собой представляют интеллектуальные измерительные системы?

83. Назовите основные виды стандартных интерфейсов.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

При проведении всех видов занятий основное внимание уделять разъяснению роли измерений параметров и характеристик средств РТОП и АЭС в обеспечении безопасности, регулярности и экономичности полетов ВС.

Теоретические положения, излагаемые в лекциях, должны иллюстрироваться примерами из практической деятельности специалистов службы ЭРТОС и АТО (ДАТО).

Текущий контроль успеваемости студентов необходимо осуществлять систематически в форме летучек: на лекциях, при подготовке и проведении практических занятий и лабораторных работ.


Итоговый контроль знаний студентов по разделам и темам дисциплины проводится в форме опроса или летучек, а за семестр – в виде экзамена.

Преподаватель дисциплины имеет право на некоторые непринципиальные отступления от содержания программы в научных и педагогических целях.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и ПрООП ВПО по направлению подготовки (специальности) 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» по профилю подготовки (специализации) «Организация радиотехнического обеспечения полетов воздушных судов».

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 12 «Радиоэлектронных систем» «29» декабря 2015 года, протокол № 5

Разработчики:

К.т.н.  Максимов В.А.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы)

Заведующий кафедрой № 12  
Д.т.н., с.н.с.  Кудряков С.А.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП  
Д.т.н., с.н.с.  Кудряков С.А.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы)

Программа одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «20» января 2016 года, протокол № 3.

Программа с изменениями и дополнениями (в соответствии с Приказом от 14 июля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры») рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «30» августа 2017 года, протокол № 10.