

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



Н.Н. Сухих

август 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Измерения в радиоэлектронике

Специальность

25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения

Специализация

«Организация радиотехнического обеспечения полетов  
воздушных судов»

Квалификация выпускника

**инженер**

Форма обучения

**заочная**

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 «Измерения в радиоэлектронике» изучается в 8 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 «Измерения в радиоэлектронике» 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 «Измерения в радиоэлектронике» 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 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестры
		<b>8</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
- лекции,	<b>2</b>	<b>2</b>
- практические занятия (ПЗ),	<b>6</b>	<b>6</b>
- семинары (С),	-	-
- лабораторные занятия (ЛР),	-	-
- курсовой проект (работа)	<b>4</b>	<b>4</b>
- другие виды аудиторных занятий	-	-
Самостоятельная работа студента	<b>87</b>	<b>87</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>9</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. Формирование измерительных сигналов</b>	<b>27</b>	+	+	+		
Тема 1. Измерительные сигналы	12	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	Вх.К, оцЗД
Тема 2. Генераторы измерительных сигналов	15	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
<b>Раздел 2. Измерения параметров сигналов</b>	<b>27</b>	+	+	+		
Тема 3. Наблюдение и анализ формы сигналов	9	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 4. Измерение частотно-временных параметров и анализ спектра сигналов	9	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 5. Измерение фазового сдвига	9	+	+	+	ТЛ	оцЗД

сигналов					(ЛВ), ПЗ, СРС	
<b>Раздел 3. Измерение параметров радиотехнических устройств и систем</b>	<b>27</b>	+	+	+		
Тема 6. Измерение электрической мощности	12	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 7. Измерение параметров радиотехнических цепей с сосредоточенными и распределенными постоянными	15	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
<b>Раздел 4. Измерительные системы</b>	<b>27</b>	+	+	+		
Тема 8. Измерительные системы параметров радиотехнических устройств и систем.	12	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
Тема 9. Информационно-измерительные системы.	15	+	+	+	ТЛ (ЛВ), ПЗ, СРС	оцЗД
<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>108</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 методом 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. Формирование измерительных сигналов	1,5	1,5		20		23
2	Раздел 2. Измерения параметров сигналов	1,5	1,5		20		23
3	Раздел 3. Измерение параметров радиотехнических устройств и систем	1,5	1,5		20	4	27
4	Раздел 4. Измерительные системы	1,5	1,5		27		30
	<b>ИТОГО за 8 семестр:</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>87</b>	<b>4</b>	<b>103</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	Основы теории измерений.	0,6
2	1	Применение генераторов измерительных сигналов при проведении измерений.	0,6
3	1	Применение осциллографа при наблюдении и анализе формы сигналов	0,6
4	2	Использование измерительных приборов при анализе частотно-временных параметров сигналов	0,6
5	2	Измерение угла фазового сдвига	0,6
6	3	Использование измерительных приборов при измерении мощности излучаемых сигналов	0,6
7	3	Использование измерительных приборов при измерении параметров цепей с сосредоточенными постоянными	0,6
8	3	Использование измерительных приборов при измерении параметров цепей с распределенными постоянными	0,6
9	4	Использование измерительных систем при измерении параметров радиотехнических устройств и систем	0,6
10	4	Использование информационно-измерительных систем при измерении параметров РТА	0,6
<b>Итого за 8 семестр</b>			<b>6</b>

## 5.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	№ раздела	Изучение теоретического материала	Кол. часов
1	1 - 4	Подготовка к лекциям [3, 4]	45
2	1 - 4	Подготовка к практическим занятиям [1, 2, 3, 4]	42
<b>Итого за 8 семестр</b>			<b>87</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.

##### 8 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. Формирование измерительных сигналов</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>					
1	Лекции (1,5)	6	9	2	
2	Практические занятия (1,5)	5	9	3	
	<b>Раздел 2. Измерения параметров сигналов</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>					
3	Лекции (1,5)	6	9	4	
4	Практические занятия (1,5)	5	9	5	
	<b>Раздел 3. Измерение параметров радиотехнических устройств и систем</b>				
<b>Аудиторные занятия</b>					
5	Лекции (1,5)	6	9	7	
6	Практические занятия (1,5)	5	9	8	

№ 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>Раздел 4. Измерительные системы</b>				
	<b>Аудиторные занятия</b>				
7	Лекции (1,5)	6	9	9	
8	Практические занятия (1,5)	6	7	10	
	<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>				
	Участие в конференции по темам дисциплины		10		
	Научная публикация по темам дисциплины		10		
	<b>Итого дополнительно премиальных баллов</b>		<b>20</b>		
	<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>		<b>5 - «отлично»</b>			
<b>75 – 89</b>		<b>4 - «хорошо»</b>			
<b>60 – 74</b>		<b>3 - «удовлетворительно»</b>			
<b>менее 60</b>		<b>2 - «неудовлетворительно»</b>			

## 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:	4
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)

#### К теме № 1

1. Какие сигналы относятся к измерительным?
2. По каким основным признакам принято в метрологии классифицировать измерительные сигналы?
3. Что отражает аналоговый (непрерывный) сигнал?
4. В чем отличие аналоговых сигналов от дискретных и цифровых?
5. Какие виды импульсных и цифровых сигналов вы знаете?
6. Приведите известные примеры импульсных и цифровых сигналов.
7. В чем основное отличие детерминированных сигналов от случайных?
8. Какие помехи возникают в процессе измерений?
9. Какие элементарные измерительные сигналы вы знаете.
10. Что собой представляет  $\delta$ -функция и какими свойствами она характерна?
11. Какие элементарные сигналы используются в измерительной технике?
12. Какие виды представлений электрических сигналов применяют в измерительной технике?
13. Какой математический аппарат используется для спектрального представления периодических сигналов?
14. Какой математический аппарат используется для спектрального представления непериодических (импульсных) сигналов?

15. Чем отличается спектральная плотность непериодических сигналов от спектра периодических импульсов?
16. Какой спектр имеет гармонический сигнал?
17. Какие виды аналоговой модуляции сигналов используются в измерительной технике?
18. С помощью каких видов модуляции можно преобразовать аналоговый сигнал в импульсный и цифровой?
19. В каких случаях в измерительной технике применяется импульсно-кодовая модуляция?

### **К теме № 2**

1. Как различаются измерительные генераторы в зависимости от формы выходного сигнала?
2. Как подразделяются генераторы по частотным характеристикам?
3. Каковы условия самовозбуждения генератора гармонических колебаний? Какими методами они реализуются?
4. Каковы методы создания генераторов инфранизких частот?
5. В чем особенности конструирования генераторов СВЧ?
6. Какова упрощенная схема цифрового измерительного генератора?
7. Какие физические явления могут быть положены в основу создания шумовых генераторов?
8. Какие требования предъявляются к форме сигнала импульсного генератора?
9. Для каких целей используются стандарты частоты?
10. На каких принципах строятся синтезаторы частоты?
11. Для чего используются генераторы шумоподобных сигналов?

### **К теме № 3**

1. Какие параметры полностью характеризуют гармоническое напряжение? Поясните на графике.
2. Требуется измерить все параметры гармонического электрического сигнала. Ориентировочно амплитуда сигнала равна 1 мВ (100 мВ, 5В, 100В), частота - 0,1 Гц (30 Гц, 1кГц, 1МГц, 1 ГГц), а разность фаз с опорным напряжением составляет  $1^\circ$  ( $10^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $175^\circ$ ). Как это лучше сделать, если необходимо минимизировать погрешность (минимизировать количество средств измерений, обеспечить, чтобы погрешность измерения всех параметров не превысила 1 %)?
3. Почему при наблюдении гармонических сигналов и измерении их параметров удобно использовать осциллограф?
4. От чего зависит погрешность измерения амплитуды при помощи осциллографа?
5. От чего зависит погрешность измерения частоты при помощи осциллографа?
6. Что измеряется осциллографом при измерении разности фаз?

7. Какие параметры гармонического напряжения можно измерить при помощи фигур Лиссажу? Как организовать такие измерения?

8. Как определить разность фаз между двумя гармоническими сигналами по форме и ориентации наблюдаемого на экране эллипса?

9. Чем определяется погрешность измерения угла сдвига фаз методом линейной развертки и методом эллипса?

11. Почему при осциллографических измерениях размер изображения на экране стремятся по возможности увеличить?

12. Каким образом можно повысить качество осциллографических измерений?

#### **К теме № 4**

1. Требуется измерить частоту гармонического электрического сигнала, равную ориентировочно 1 Гц (100 Гц, 1 кГц, 100 кГц, 5 МГц, 100 МГц, 30 ГГц). Как это лучше сделать, если погрешность измерений не должна превысить 0,5% (10 Гц)?

2. В каком диапазоне частот можно выполнять измерения частоты периодических электрических сигналов?

3. Каковы достоинства резонансного метода измерения частоты?

4. Какие частотомеры обладают наибольшей точностью?

5. Какова основная причина возникновения погрешностей при измерении частоты с помощью частотомера?

6. В каком диапазоне значений частот удобно использовать для измерений цифровой частотомер? Как в этом случае погрешность измерений зависит от значения измеряемой частоты?

7. В каком диапазоне значений длительности периодов удобно использовать для измерений цифровой частотомер? Как в этом случае погрешность измерений зависит от длительности измеряемого периода?

8. Как нормируется класс точности цифровых частотомеров?

9. Какой частотомер дает возможность производить измерения в гигагерцовом диапазоне частот?

10. Какова инструментальная погрешность резонансного частотомера? Чем она определяется?

11. Каким образом при использовании цифровых частотомеров удастся достичь высокой точности измерений как в области высоких, так и в области низких частот? В каком диапазоне частот погрешность таких измерений максимальна (минимальна)?

#### **К теме № 5**

1. Требуется измерить угол фазового сдвига между двумя гармоническими электрическими сигналами, ориентировочно равный 1 (10, 30, 90, 175) градусу, с погрешностью, не превышающей 1% (1°). Как это лучше сделать, если частота сигналов равна 1 Гц (100 Гц, 100 кГц, 10 МГц, 1 ГГц)?

2. В каком случае гармонические напряжения называют противофазными?
3. Какой метод реализуется при измерении сдвига фаз электродинамическим или ферродинамическим логометром?
4. Какие преобразования претерпевает измеряемая величина в аналоговых электронных фазометрах?
5. В каком диапазоне частот работают аналоговые электронные фазометры?
6. Какие фазометры обеспечивают наивысшую точность в диапазоне частот от нескольких герц до десятков мегагерц?
7. За счет чего при использовании цифровых фазометров удается обеспечить высокую точность измерений как в области высоких, так и в области низких частот?
8. Чем отличаются друг от друга цифровой фазометр с усреднением и без усреднения? Когда они используются?

### **К теме № 6**

1. Что собой представляет такая физическая величина, как мощность электрических колебаний?
2. Как записывается аналитическое выражение для активной мощности в случае периодического сигнала?
3. Перечислить основные методы измерения мощностей в различных частотных диапазонах.
4. Объяснить принцип действия электродинамического ваттметра.
5. Какой алгоритм математических операций лежит в основе ваттметра на перемножителях.
6. Каковы особенности измерения мощности электромагнитных колебаний в диапазоне СВЧ?
7. Как строятся ваттметры поглощающей мощности для диапазона СВЧ?
8. Приведите пример ваттметра поглощающей мощности.
9. В чем заключается терморезисторный метод измерения электрической мощности в СВЧ-диапазоне?
10. Какие типы мостов применяют для измерения мощности с помощью терморезисторов?
11. Приведите схему неуравновешенного моста.
12. Приведите схему уравновешенного моста.
13. В чем заключается метод измерения электрической мощности с помощью термопар?
14. На чем основан калориметрический метод измерения мощности?
15. Как работают ваттметры проходящей мощности? Привести примеры.
16. На каком принципе основаны измерители мощности, использующие преобразователи Холла?
17. Как осуществляется измерение мощности с преобразователями Холла?

18. Как работают ваттметры на основе эффекта «горячих» носителей тока?

19. Какие методы используются при измерениях мощности и энергии лазерного излучения?

20. Объяснить принцип действия цифрового ваттметра по его упрощенной структурной схеме.

### К теме № 7

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

2. Перечислить методы измерения активных сопротивлений, дать краткую характеристику этим методам.

3. Мостовые методы измерения на переменном и постоянном токе. Чем отличаются условия равновесия четырехплечего моста на переменном токе от условия равновесия на постоянном токе?

4. Приведите схемы мостов для измерения параметров  $L$ ,  $C$ ,  $R$  и  $\operatorname{tg}\delta$ .

5. Нарисовать упрощенную функциональную схему куметра и объяснить его принцип действия.

6. Какие методы измерения параметров длинных линий используются в цифровых приборах?

7. Как производится исследование АЧХ линейных цепей?

8. Какие методы измерения параметров используются в диапазоне СВЧ?

9. Какая связь существует между режимом работы и нагрузкой в передающей линии СВЧ? Привести примеры.

10. Для чего служит измерительная линия?

11. Каково устройство волноводной линии и каков принцип ее действия?

12. Как определяется фаза коэффициента отражения с помощью измерительной линии?

13. Как вычисляется модуль коэффициента отражения?

14. Для чего предназначен рефлектометр?

15. Объяснить работу панорамного измерителя КСВ и ослабления по упрощенной структурной схеме.

16. Пояснить принцип действия автоматического микропроцессорного измерителя КСВ и ослабления.

17. Какие параметры электрических цепей считаются сосредоточенными, а какие распределенными?

18. Перечислить методы измерения активных сопротивлений, дать краткую характеристику этим методам.

19. Мостовые методы измерения на переменном и постоянном токе. Чем отличаются условия равновесия четырехплечего моста на переменном токе от условия равновесия на постоянном токе?

20. Приведите схемы мостов для измерения параметров  $L$ ,  $C$ ,  $R$  и  $\operatorname{tg}\delta$ .

21. Нарисовать упрощенную функциональную схему куметра и объяснить его принцип действия.

22. Какие методы измерения параметров длинных линий используются в цифровых приборах?
23. Как производится исследование АЧХ линейных цепей?
24. Какие методы измерения параметров используются в диапазоне СВЧ?
25. Какая связь существует между режимом работы и нагрузкой в передающей линии СВЧ? Привести примеры.
26. Для чего служит измерительная линия?
27. Каково устройство волноводной линии и каков принцип ее действия?
28. Как определяется фаза коэффициента отражения с помощью измерительной линии?
29. Как вычисляется модуль коэффициента отражения?
30. Для чего предназначен рефлектометр?
31. Объяснить работу панорамного измерителя КСВ и ослабления по упрощенной структурной схеме.
32. Пояснить принцип действия автоматического микропроцессорного измерителя КСВ и ослабления.

### **К теме № 9**

1. Назвать перечень наземных средств РТОП, состояние параметров аппаратуры которых контролируется с помощью программы «CONSOLE».
2. Имеется ли возможность дистанционного контроля параметров аппаратуры наземных средств РТОП? Если да, то описать порядок контроля параметров.
3. С какой целью осуществляется хранение параметров предыдущего аварийного состояния?
4. При проверке комплекса выдано на экран сообщение «Ошибка RS-232»? Что означает это сообщение?
5. С какой целью включена процедура «Обслуживание таймера»?

### **9.3.3 Примерный перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации**

1. Измерительные сигналы. Понятие измерительного сигнала. Классификация. Принципы формирования сигналов.
2. Измерительные генераторы. Общие сведения о генераторах. Классификация. Принципы измерения параметров сигналов с помощью генераторов.
3. Исследование формы сигналов. Общие сведения об измерениях. Принципы измерения параметров сигналов с помощью осциллографа.
4. Измерение частоты и интервалов времени. Общие сведения об измерении. Принцип измерения частоты и интервалов времени резонансным способом.
5. Измерение частоты и интервалов времени. Общие сведения об измерении. Принцип измерения частоты и интервалов времени цифровым методом.

6. Измерение частоты и интервалов времени. Общие сведения об измерении. Принцип измерения частоты и интервалов времени осциллографическим способом.

7. Измерение фазового сдвига сигналов. Общие сведения об измерении. Принцип измерения фазового сдвига фазометром.

8. Измерение фазового сдвига сигналов. Общие сведения об измерении. Принцип измерения фазового сдвига осциллографическим способом.

9. Измерение электрической мощности. Общие сведения об измерении. Принцип измерения мощности с использованием направленных ответвителей.

10. Измерение электрической мощности. Общие сведения об измерении. Принцип измерения мощности с использованием поглощающей нагрузки..

11. Измерение электрической мощности. Общие сведения об измерении. Принцип измерения мощности с использованием измерительных линий.

12. Анализ спектра сигналов. Общие сведения об измерениях. Принцип измерения спектра сигналов.

13. Измерение параметров цепей с сосредоточенными постоянными. Принцип измерения параметров  $R$ ,  $C$ ,  $L$ .

14. Измерение параметров цепей с распределенными постоянными. Принцип измерения параметров цепи.

15. Измерение параметров радиотехнических устройств и систем. Общие сведения об измерениях. Принцип измерения параметров РТУ и систем с помощью специальных приборов.

16. Измерение параметров радиотехнических устройств и систем. Общие сведения об измерениях. Принцип измерения параметров РТУ и систем с помощью имитаторов.

17. Измерение параметров радиотехнических устройств и систем. Общие сведения об измерениях. Принцип измерения параметров РТУ и систем с помощью имитирования рабочих сигналов.

18. Генератор ГЗ-36. Порядок его использования при осуществлении измерений параметров сигналов.

19. Генератор Г5-15. Порядок его использования при осуществлении измерений параметров сигналов.

20. Осциллограф С1-68. Порядок его использования при осуществлении измерений параметров сигналов.

21. Осциллограф. Используя электронную модель осциллографа измерить амплитуду сигнала.

22. Осциллограф. Используя электронную модель осциллографа измерить фазовый сдвиг между сигналами.

23. Осциллограф. Используя электронную модель осциллографа измерить частоту сигнала.



24. Частотомер ЧЗ-34. Порядок его использования при осуществлении измерений параметров сигналов.

25. Частотомер ЧЗ-34. Подготовить к работе и измерить частоту и период сигнала.

26. Фазометр. Порядок его использования при осуществлении измерений сдвига сигналов.

27. Фазометр. Используя электронную модель фазометра измерить сдвиг фазы сигналов.

28. Измеритель ГК4-19А. Порядок его использования при осуществлении измерений параметров РТУ.

29. Имитатор МИМ -70. Порядок его использования при осуществлении измерений параметров маяков.

30. Комплекс программный управляемый. Порядок его использования при осуществлении измерений параметров маяков.

31. Комплекс программный управляемый. Используя электронную модель оценить измеренные комплексом параметры.

32. Применение измерительных приборов. Используя электронную модель измерить частоту сигнала с помощью резонансного частотомера.

33. Применение измерительных приборов. Используя электронную модель измерить частоту сигнала с помощью электронно-счетного частотомера.

34. Генератор ГЗ-34. Порядок его использования при осуществлении измерений параметров сигналов.

## **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 осуществить 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» «26» декабря 2014 года, протокол № 8

Разработчики:

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

Заведующий кафедрой № 12

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

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

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

Программа одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «21» января 2015 года, протокол № 4.

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 № 11.