



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

 Л.Г. Стаценко  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
«28» 06 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующая кафедрой  
Электроники и средств связи (ЭиСС)

 Л.Г. Стаценко  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
«28» 06 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электрорадиоизмерения и измерительная техника

Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»

Форма подготовки очная/заочная

курс 2 семестр 4/ курс 3

лекции 18/4 час.

практические занятия 36/8 час.

лабораторные работы 18/4 час.

в том числе с использованием МАО лек. 0/пр. 0/лаб. 16/4 час.

всего часов аудиторной нагрузки 72/16 час.

в том числе с использованием МАО 16/4 час.

самостоятельная работа 36/92 час.

в том числе на подготовку к экзамену 0 час.

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены учебным планом

зачет 4 семестр / курс 3

экзамен не предусмотрен учебным планом

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования Дальневосточного федерального университета, принятого решением Ученого совета ДВФУ, протокол от 25.02.2016 № 02-16, введен в действие приказом ректора ДВФУ от 10.03.2016 № 12-13-391

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроники и средств связи, протокол №19 от «28» июня 2017г.

Заведующая кафедрой Стаценко Л.Г., профессор каф. ЭиСС, д.ф.-м.н.  
Составитель: Петросьянц В.В., профессор каф. ЭиСС, к.т.н.



**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « 10 » 07 20 18 г. № 15

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Л. Г. Стаценко  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Л. Г. Стаценко  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 11.03.02 Infocommunication Technologies and Systems**

**Study profile Bachelor's Program "Systems of radiocommunication and radio access"**

**Course title:** *Electroradio measurements and measuring equipment*

**Basic part** of Block 1, 3 credits

**Instructor:** *Petrosyants V.V.*

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- to solve standard problems of professional activity on the basis of information and bibliographic culture with the use of infocommunication technologies and taking into account the basic information security requirements (GPC-2);

- own the basic methods, methods and means of obtaining, storing, processing information (GPC-3).

**Learning outcomes:**

General Professional Competence

- ability to conduct instrumental measurements used in the field of infocommunication technologies and communication systems (GPC-6);

- ability to carry out the acceptance and development of input equipment in accordance with current regulations (SPC-2).

**Course description.**

The course covers the following topics:

- the role of measurements in scientific and technological progress;
- the direction of development of instrumentation;
- basic units of measurement;
- theory of errors;
- measurement methods;

- methods and instruments for measuring the characteristics and parameters of electrical circuits and signals;

- methods and instruments for measuring non-electrical quantities;

- methods and instruments for measuring the parameters of microwave lines.

**Main course literature:**

1. Borid'ko, S.I. Metrologiya i ehlektroizmereniya v telekommunikacionnyh sistemah [Electronic resource]: uchebnoe posobie / S.I. Borid'ko, N.V. Dement'ev, B.N. Tihonov, I.A. Hodzhaev. — Electronic data — Moskva : Goryachaya liniya-Telekom, 2012. — 374 p. — Access: <https://e.lanbook.com/book/5125>.

2. Golikov, A.M. Metrologiya i ehlektroizmereniya v telekommunikacionnyh sistemah. Metodicheskie ukazaniya po prakticheskim i seminarskim zanyatiyam [Electronic resource]: metodicheskie ukazaniya / A.M. Golikov. — Electronic data — Moskva : TUSUR, 2009. — 83 p. — Access: <https://e.lanbook.com/book/11398>.

3. Labkovskaya, R.YA. Metrologiya i ehlektroizmereniya [Electronic resource] : uchebnoe posobie / R.YA. Labkovskaya. — Electronic data — Moskva, 2016. — 156 p. — Access: <https://e.lanbook.com/book/100254>.

4. Solomakho V.L. Rationing accuracy and technical measurements [Electronic resource]: textbook / V.L. Solomakho, B.V. Tsitovich, S.S. Sokolovsky. — Minsk: Higher School, 2015. — 368 c. — 978-985-06-2597-7. — Access: <http://www.iprbookshop.ru/48012.html>

5. Nikolaev M.I. Metrology, standardization, certification and quality management [Electronic resource] / M.I. Nikolaev — M.: Internet University of Information Technologies (INTUIT), 2016. — 115 p. — 2227-8397. — Access: <http://www.iprbookshop.ru/52149.html>

**Form of final control:** *pass-fail exam.*

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Электрорадиоизмерения и измерительная техника» разработана для студентов бакалавриата 2 курса, обучающихся по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часа). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18/4 час.), лабораторные работы (18/4 час.), практические занятия (36/8 час.), самостоятельная работа студента (36/92 час.). Данная дисциплина входит в базовую часть блока дисциплин. Дисциплина реализуется на 2 курсе в 4 семестре/ 3 курсе.

Дисциплина «Электрорадиоизмерения и измерительная техника» базируется на дисциплинах «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Информационные технологии в инфокоммуникациях», изучаемых в бакалавриате.

Данная дисциплина предшествует дисциплинам «Теоретические основы электротехники», «Электроника», «Измерительная техника».

**Целью** курса «Электрорадиоизмерения и измерительная техника» является формирования у студентов знаний, умений и навыков для самостоятельного проведения инструментальных измерений в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.

**Задачей** изучения данного курса является ознакомление студентов с методами измерения основных электротехнических и радиотехнических величин, выработка четкого понимания у студентов принципов построения современных измерительных схем и приборов, приобретений знаний в области практического применения электрорадиоизмерительных приборов, усвоение теории и методов расчета погрешностей, а также путей их уменьшения, приобретение навыков эксплуатации электрорадиоизмерительных приборов основных типов.

Для успешного изучения дисциплины «Электрорадиоизмерения и измерительная техника» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением инфокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-2);

- способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-6 способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	Знает	Роль измерений в научно-техническом прогрессе; направление развития контрольно-измерительной техники; основные единицы измерения; теорию погрешностей; методы измерений; приборы для измерения характеристик и параметров электрических цепей и сигналов; приборы для измерения неэлектрических величин.
	Умеет	Измерять характеристики и параметры электрических цепей и сигналов; измерять неэлектрические величины; оценивать результаты выполненных измерений; правильно оформлять результаты измерений.
	Владеет	Навыками грамотной эксплуатации электрорадиоизмерительных приборов с учетом мер и правил техники безопасности.
ПК-2 способностью осуществлять приемку и освоение вводимого оборудования в соответствии с действующими нормативами	Знает	Методы и способы настройки и регулировки измерительных приборов с учетом основных требований техники безопасности
	Умеет	Проводить поверку и юстировку измерительных приборов
	Владеет	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением современных измерительных приборов и систем

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Электрорадиоизмерения и измерительная техника» применяются методы активного/ интерактивного обучения в объеме 16 часов.

# **I. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 ЧАС/4 ЧАС.)**

## **Лекция 1 (2/0,5 часа)**

### **1. Основные сведения о средствах измерений.**

- 1.1. Общие сведения.
- 1.2. Меры электрических величин.
- 1.3. Измерительные преобразователи.
- 1.4. Измерительные приборы, установки и системы.
- 1.5. Основные свойства средств измерений.
- 1.6. Метрологические характеристики средств измерений.

## **Лекция 2 (2/0,5 часа)**

### **2. Измерение тока и напряжения.**

- 2.1. Общие сведения.
- 2.2. Основные типы приборов, измеряющих напряжение и силу тока.
- 2.3. Особенности измерения силы токов.
- 2.4. Аналоговые электронные вольтметры.
- 2.5. Цифровые вольтметры.
- 2.6. Импульсные вольтметры.
- 2.7. Селективные микровольтметры.

## **Лекция 3 (2/0,5 часа)**

### **3. Общие сведения об измерительных генераторах.**

- 3.1. Общие сведения об измерительных генераторах.
- 3.2. Генераторы гармонических колебаний.
- 3.3. Цифровые измерительные генераторы низких частот.
- 3.4. Генераторы качающейся частоты и сигналов специальной формы.
- 3.5. Генераторы шумовых сигналов.
- 3.6. Стандарты и синтезаторы частоты.

#### **Лекция 4 (2/0,5 часа)**

##### **4. Осциллографы.**

- 4.1. Общие сведения.
- 4.2. Универсальные осциллографы.
- 4.3. Запоминающие осциллографы.
- 4.4. Цифровые осциллографы.
- 4.5. Скоростные и стробоскопические осциллографы.
- 4.6. Осциллографирование непрерывных и импульсных сигналов.

#### **Лекция 5 (2/0,5 часа)**

##### **5. Измерение частоты и интервалов времени.**

- 5.1. Общие сведения об измерителях частоты и интервалов времени.
- 5.2. Резонансный метод измерения частоты.
- 5.3. Измерение частоты методом заряда и разряда конденсатора.
- 5.4. Цифровой метод измерения частоты.
- 5.5. Электронно-счетные частотомеры, их принцип работы и основные технические характеристики.
- 5.6. Цифровой метод измерения интервалов времени.

#### **Лекция 6 (2/0,5 часа)**

##### **6. Измерение фазового сдвига.**

- 6.1. Осциллографический и компенсационный методы измерения фазового сдвига.
- 6.2. Метод преобразования фазового сдвига во временной интервал.
- 6.3. Цифровые методы измерения фазового сдвига.
- 6.4. Метод измерения фазового сдвига с преобразованием частоты.

#### **Лекция 7 (2/0,5 часа)**

##### **7. Анализаторы спектра сигналов.**

- 7.1. Параллельный и последовательный анализ спектра.
- 7.2. Цифровой анализ спектра.
- 7.3. Анализаторы спектра на цифровых фильтрах.
- 7.4. Измерение нелинейных искажений.
- 7.5. Методы измерения коэффициента амплитудной модуляции.
- 7.6. Принцип работы девиометра.
- 7.7. Метод исчезающей несущей.

### **Лекция 8 (2/0,5 часа)**

#### **8. Измерение параметров элементов.**

- 8.1. Измерение активных сопротивлений методами амперметра и вольтметра.
- 8.2. Мостовые измерители параметров элементов электрических цепей.
- 8.3. Резонансные методы измерения параметров элементов.
- 8.4. Цифровые приборы для измерения параметров элементов.

### **Лекция 9 (2/0 часа)**

#### **9. Измерение параметров цепей сверхвысоких частот.**

- 9.1. Основные соотношения .
- 9.2. Типы СВЧ линий.
- 9.3. Режимы работы СВЧ линий.
- 9.4. Измерительные СВЧ линии.
- 9.5. Нахождение полного сопротивления нагрузки СВЧ линий.
- 9.6. Принцип работы импульсного рефлектометра.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36/12 час.)**

### **Практические занятия (36/8 час.)**

#### **Занятие 1. Погрешности измерений (6/1 час.)**

1. Виды погрешностей.
2. Систематические погрешности.
3. Случайные погрешности.
4. Суммирование погрешностей.
5. Погрешности косвенных измерений.
6. Технические и контрольно – поверочные измерения.

#### **Занятие 2. Измерение неэлектрических величин (8/1,5 час.)**

1. Общие сведения.
2. Характеристики датчиков.
3. Измерение чувствительности реостатного, емкостного и тензо датчиков.

#### **Занятие 3. Измерение характеристик случайных сигналов (8/1,5 час.)**

1. Определения измеряемых величин.
2. Измерение моментов.
3. Измерение корреляционных функций.
4. Измерение энергетического спектра.
5. Измерение функции распределения и плотности вероятности.

#### **Занятие 4. Измерение мощности (8/2 час.)**

1. Основные сведения.
2. Измерение поглощаемой мощности.
3. Измерение проходящей мощности.
4. Измерение малой мощности.

**Занятие 5. Измерение АЧХ и параметров импульсных сигналов (6/2 час.)**

1. Основные сведения.
2. Измерение АЧХ.
3. Измерение искажений прямоугольных импульсов при прохождении RC цепей.

**Лабораторные работы (18/4 час. из них МАО «Дискуссия 16/4 час).**

**Лабораторная работа №1 Измерение напряжения цифровым вольтметром (4/1 час. из них МАО «Дискуссия» 4/1 час.)** *(форма активного обучения, аналогичная дискуссии, но носящегоо сугубо технический аспект обсуждения)*

**Лабораторная работа № 2 Измерение частоты и периода электронно-счетным (цифровым) частотомером и осциллографическим методом (4/1 час. из них МАО «Дискуссия» 4/1 час.)** *(форма активного обучения, аналогичная дискуссии, но носящегоо сугубо технический аспект обсуждения)*

**Лабораторная работа № 3 Измерение коэффициента нелинейных искажений (4/1 час. из них МАО «Дискуссия» 4/1 час.)** *(форма активного обучения, аналогичная дискуссии, но носящегоо сугубо технический аспект обсуждения)*

**Лабораторная работа №4 Измерение спектра сигнала (4/1 час. из них МАО «Дискуссия» 4/1 час.)** *(форма активного обучения, аналогичная дискуссии, но носящегоо сугубо технический аспект обсуждения)*

**Лабораторная работа №5 Измерение параметров сигналов  
осциллографическими методами (2/0 час.)**

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электрорадиоизмерения и измерительная техника» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Трудоемкость контактной работы: 54 часа работы в целом.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/ п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основные сведения о средствах измерений	ОПК-6	знает	Контрольные вопросы 1 - 11	Контрольные вопросы 1 - 7
			умеет	Контрольные вопросы 1 - 11	Контрольные вопросы 1 - 7
			владеет	Контрольные вопросы 1 - 11	Контрольные вопросы 1 - 7
2	Погрешности измерений	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 12 - 26	Контрольные вопросы 8 - 11
			умеет	Контрольные вопросы 12 - 26	Контрольные вопросы 8 - 11
			владеет	Контрольные вопросы 12 - 26	Контрольные вопросы 8 - 11
3	Измерение тока и напряжения	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 27 - 32	Контрольные вопросы 12 - 18
			умеет	Контрольные вопросы 27 - 32	Контрольные вопросы 12 - 18
			владеет	Контрольные вопросы 27 - 32	Контрольные вопросы 12 - 18
4	Общие сведения об измерительных генераторах	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 33 - 43	Контрольные вопросы 19 - 21
			умеет	Контрольные	Контрольные

				вопросы 33 - 43	вопросы 19 - 21
			владеет	Контрольные вопросы 33 - 43	Контрольные вопросы 19 - 21
5	Осциллографы	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 47 - 55	Контрольные вопросы 22 - 24
			умеет	Контрольные вопросы 47 - 55	Контрольные вопросы 22 - 24
			владеет	Контрольные вопросы 47 - 55	Контрольные вопросы 22 - 24
6	Измерение частоты и интервалов времени	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 56 - 64	Контрольные вопросы 25 - 28
			умеет	Контрольные вопросы 56 - 64	Контрольные вопросы 25 - 28
			владеет	Контрольные вопросы 56 - 64	Контрольные вопросы 25 - 28
7	Измерение фазового сдвига	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 65 - 72	Контрольные вопросы 29 - 33
			умеет	Контрольные вопросы 65 - 72	Контрольные вопросы 29 - 33
			владеет	Контрольные вопросы 65 - 72	Контрольные вопросы 29 - 33
8	Анализаторы спектра сигналов	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 73 - 85	Контрольные вопросы 34 - 42
			умеет	Контрольные вопросы 73 - 85	Контрольные вопросы 34 - 42
			владеет	Контрольные вопросы 73 - 85	Контрольные вопросы 34 - 42
9	Измерение параметров элементов	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 86 - 100	Контрольные вопросы 43 - 49
			умеет	Контрольные вопросы 86 - 100	Контрольные вопросы 43 - 49
			владеет	Контрольные вопросы 86 - 100	Контрольные вопросы 43 - 49
10	Измерение параметров цепей сверхвысоких частот	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 101 - 110	Контрольные вопросы 50 - 53
			умеет	Контрольные вопросы 101 - 110	Контрольные вопросы 50 - 53
			владеет	Контрольные вопросы 101 - 110	Контрольные вопросы 50 - 53
11	Измерение неэлектрических величин	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 111 - 114	Контрольные вопросы 54
			умеет	Контрольные вопросы 111 - 114	Контрольные вопросы 54
			владеет	Контрольные вопросы 111 - 114	Контрольные вопросы 54
12	Измерение характеристик случайных сигналов	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 115 - 123	Контрольные вопросы 55 - 59
			умеет	Контрольные вопросы 115 - 123	Контрольные вопросы 55 - 59
			владеет	Контрольные	Контрольные

				вопросы 115 - 123	вопросы 55 - 59
1 3	Измерение мощности	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 124 - 129	Контрольные вопросы 60 - 63
			умеет	Контрольные вопросы 124 - 129	Контрольные вопросы 60 - 63
			владеет	Контрольные вопросы 124 - 129	Контрольные вопросы 60 - 63
1 4	Измерение АЧХ и параметров импульсных сигналов	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 130 - 134	Контрольные вопросы 64 - 65
			умеет	Контрольные вопросы 130 - 134	Контрольные вопросы 64 - 65
			владеет	Контрольные вопросы 130 - 134	Контрольные вопросы 64 - 65

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Боридько, С.И. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Боридько, Н.В. Дементьев, Б.Н. Тихонов, И.А. Ходжаев. — Электрон.

дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 374 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5125>.

2. Голиков, А.М. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. Методические указания по практическим и семинарским занятиям [Электронный ресурс] : методические указания / А.М. Голиков. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2009. — 83 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11398>.

3. Лабковская, Р.Я. Метрология и электрорадиоизмерения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Я. Лабковская. — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 156 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100254>.

4. Соломахо В.Л. Нормирование точности и технические измерения [Электронный ресурс] : учебник / В.Л. Соломахо, Б.В. Цитович, С.С. Соколовский. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2015. — 368 с. — 978-985-06-2597-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48012.html>

5. Николаев М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством [Электронный ресурс] / М.И. Николаев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 115 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52149.html>

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Архипов А.В. Основы стандартизации, метрологии и сертификации [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям стандартизации, сертификации и метрологии (200400), направлениям экономики (080100) и управления (080500) / А.В. Архипов, Ю.Н. Берновский, А.Г. Зекунов. — Электрон. текстовые данные. — М. :

ЮНИТИ-ДАНА, 2015. — 447 с. — 978-5-238-01173-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52057.html>

2. Основы технического нормирования и стандартизации [Электронный ресурс] : пособие / В.Е. Сыцко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. — 172 с. — 978-985-503-468-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67701.html>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru>
2. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/>
3. eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Электронный фонд правовой и нормативной документации <http://docs.cntd.ru/>
5. Академия Google Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин <https://scholar.google.ru/>

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс (Ауд. E726, E727)	– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – ABBYY FineReader 11 - программа для оптического

	<p>распознавания символов;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li><li>– CorelDRAW Graphics Suite X7 (64-Bit) - графический редактор;</li><li>– MATLAB R2016a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете;</li><li>– LabVIEW – программа для тестирования, измерения, сбора данных, обработки результатов измерений и генерации отчетов.</li></ul>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для изучения дисциплины «Электрорадиоизмерения и измерительная техника» обучающемуся предлагаются лекционные, практические и лабораторные занятия. Обязательным элементом является также самостоятельная работа. Из 108 общих учебных часов 36 часов отводится на самостоятельную работу студента. В рамках часов, выделенных на самостоятельную работу, студент должен производить подготовку к рейтинговым и зачетным проверкам, а также изучать темы, отведенные преподавателем на самостоятельное изучение. Помимо различных методических указаний и списка рекомендуемой литературы обучающийся должен обсуждать возникающие у него вопросы на консультациях, назначаемых преподавателем.

Примерное распределение часов самостоятельной работы, которые студент должен отводить на тот или иной вид занятий: закрепление лекционного материала – 9 час., подготовка к практическим занятиям – 9 час., подготовка к лабораторным работам – 18 час. Тем не менее, учитывая особенности каждого студента, указанные часы могут варьироваться.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. Обучающийся должен своевременно выполнять задания к самостоятельной работе и защищать их во время занятий или на консультации.

При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу. Для подготовки к практическим занятиям и выполнения лабораторных работ требуется изучение лекционного материала.

К зачету обучающийся должен отчитаться по всем практическим и лабораторным занятиям. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в лабораторных работах закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы.

Зачет проставляется по результатам рейтинга и устного опроса.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Практические занятия проводятся в компьютерном классе.

№	Наименование	Кол-во
1	Библиотечный фонд ДВФУ	
2	Учебные классы ДВФУ С общим количеством: - посадочных мест - рабочих мест (компьютер+монитор) - проекторов, экранов	1  31 16 3
3	Рабочие места с выходом в интернет	16



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
**по дисциплине «Электрорадиоизмерения и измерительная техника»**  
**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
**профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»**  
**Форма подготовки очная/заочная**

**Владивосток**  
**2017**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (1-11, 27-32))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
2.	2 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (33-43))	2 /5 часа	Рейтинговая оценка
3.	3 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (47-55, 56-64))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
4.	4 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (65-72))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
5.	5 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (73-85, 86-100))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
6.	6 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (101-110))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
7.	7 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (12-26))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
8.	8 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (111-114))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
9.	9 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (111-114, 115-123))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
10.	10 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (115-123))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
11.	11 неделя обучения	Написание краткого конспекта (ответы на контрольные вопросы (124-129))	2/5 часа	Рейтинговая оценка
12.	12 неделя	Написание краткого	2/5 часа	Рейтинговая

	обучения	конспекта (ответы на контрольные вопросы (130-134))		оценка
13.	13 неделя обучения	Написание отчета по лабораторной работе № 1	2/8 часа	Рейтинговая оценка
14.	14 неделя обучения	Написание отчета по лабораторной работе № 2	2/8 часа	Рейтинговая оценка
15.	15 неделя обучения	Написание отчета по лабораторной работе № 2, № 3	2/0 часа	Рейтинговая оценка
16.	16 неделя обучения	Написание отчета по лабораторной работе № 3	2/8 часа	Рейтинговая оценка
17.	17 неделя обучения	Написание отчета по лабораторной работе № 4	2/8 часа	Рейтинговая оценка
18.	18 неделя обучения	Написание отчета по лабораторной работе № 5	2/0 часа	Рейтинговая оценка

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельные работы проводятся на рабочих местах с доступом к ресурсам Internet и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе аудиторных занятий. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Самостоятельная работа считается выполненной, если представлены краткие конспекты, согласно план-графика выполнения самостоятельной работы, отчеты по лабораторным работам.

#### Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MS Word.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и/или расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т.д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, состоит из следующих частей:

- Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, оформляется по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться не отдельно, а в общем файле, где представлен текст отчета);

- Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, начинается с новой страницы, содержат указание варианта, тему, план работы и т.д.);

- Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т.д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать, исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

- Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);

- Приложения – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета. Здесь могут находиться, например, справочные данные по используемым приборам,

элементам, материалам. Приложения могут приводиться с целью упростить сверку экспериментально полученных результатов со справочными или с целью сравнения.

### Оформление отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

### Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;

- размер шрифта – 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы – левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т.д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

#### Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экрана («скриншотов»)

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации

объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Проводится проверка правильности выполнения заданий по самостоятельной работе. Проставляется рейтинговая оценка. Отчеты по лабораторным работам защищаются. Если нет ошибок, по лабораторной работе ставится зачет.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
Высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Электрорадиоизмерения и измерительная техника»**  
**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
**профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа»**  
**Форма подготовки очная/заочная**

**Владивосток**  
**2017**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-6 способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	Знает	Роль измерений в научно-техническом прогрессе; направление развития контрольно-измерительной техники; основные единицы измерения; теорию погрешностей; методы измерений; приборы для измерения характеристик и параметров электрических цепей и сигналов; приборы для измерения неэлектрических величин.
	Умеет	Измерять характеристики и параметры электрических цепей и сигналов; измерять неэлектрические величины; оценивать результаты выполненных измерений; правильно оформлять результаты измерений.
	Владеет	Навыками грамотной эксплуатации электрорадиоизмерительных приборов с учетом мер и правил техники безопасности.
ПК-2 способностью осуществлять приемку и освоение вводимого оборудования в соответствии с действующими	Знает	Методы и способы настройки и регулировки измерительных приборов с учетом основных требований техники безопасности
	Умеет	Проводить поверку и юстировку измерительных приборов
	Владеет	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением современных измерительных приборов и систем

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основные сведения о средствах измерений	ОПК-6	знает	Контрольные вопросы 1 - 11	Контрольные вопросы 1 -7
			умеет	Контрольные вопросы 1 - 11	Контрольные вопросы 1 -7
			владеет	Контрольные вопросы 1 - 11	Контрольные вопросы 1 -7
2	Погрешности измерений	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 12 - 26	Контрольные вопросы 8 - 11
			умеет	Контрольные вопросы 12 - 26	Контрольные вопросы 8 - 11
			владеет	Контрольные вопросы 12 - 26	Контрольные вопросы 8 - 11

3	Измерение тока и напряжения	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 27 - 32	Контрольные вопросы 12 -18
			умеет	Контрольные вопросы 27 - 32	Контрольные вопросы 12 -18
			владеет	Контрольные вопросы 27 - 32	Контрольные вопросы 12 -18
4	Общие сведения об измерительных генераторах	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 33 - 43	Контрольные вопросы 19 - 21
			умеет	Контрольные вопросы 33 - 43	Контрольные вопросы 19 - 21
			владеет	Контрольные вопросы 33 - 43	Контрольные вопросы 19 - 21
5	Осциллографы	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 47 - 55	Контрольные вопросы 22 - 24
			умеет	Контрольные вопросы 47 - 55	Контрольные вопросы 22 - 24
			владеет	Контрольные вопросы 47 - 55	Контрольные вопросы 22 - 24
6	Измерение частоты и интервалов времени	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 56 - 64	Контрольные вопросы 25 - 28
			умеет	Контрольные вопросы 56 - 64	Контрольные вопросы 25 - 28
			владеет	Контрольные вопросы 56 - 64	Контрольные вопросы 25 - 28
7	Измерение фазового сдвига	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 65 - 72	Контрольные вопросы 29 -33
			умеет	Контрольные вопросы 65 - 72	Контрольные вопросы 29 -33
			владеет	Контрольные вопросы 65 - 72	Контрольные вопросы 29 -33
8	Анализаторы спектра сигналов	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 73 - 85	Контрольные вопросы 34 - 42
			умеет	Контрольные вопросы 73 - 85	Контрольные вопросы 34 - 42
			владеет	Контрольные вопросы 73 - 85	Контрольные вопросы 34 - 42
9	Измерение параметров элементов	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 86 - 100	Контрольные вопросы 43 - 49
			умеет	Контрольные вопросы 86 - 100	Контрольные вопросы 43 - 49
			владеет	Контрольные вопросы 86 - 100	Контрольные вопросы 43 - 49
10	Измерение параметров цепей сверхвысоких частот	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 101 - 110	Контрольные вопросы 50 - 53
			умеет	Контрольные вопросы 101 - 110	Контрольные вопросы 50 - 53
			владеет	Контрольные вопросы 101 - 110	Контрольные вопросы 50 - 53
11	Измерение неэлектрических	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 111 - 114	Контрольные вопросы 54

	величин		умеет	Контрольные вопросы 111 - 114	Контрольные вопросы 54
			владеет	Контрольные вопросы 111 - 114	Контрольные вопросы 54
12	Измерение характеристик случайных сигналов	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 115 - 123	Контрольные вопросы 55 - 59
			умеет	Контрольные вопросы 115 - 123	Контрольные вопросы 55 - 59
			владеет	Контрольные вопросы 115 - 123	Контрольные вопросы 55 - 59
13	Измерение мощности	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 124 - 129	Контрольные вопросы 60 - 63
			умеет	Контрольные вопросы 124 - 129	Контрольные вопросы 60 - 63
			владеет	Контрольные вопросы 124 - 129	Контрольные вопросы 60 - 63
14	Измерение АЧХ и параметров импульсных сигналов	ОПК-6 ПК-2	знает	Контрольные вопросы 130 - 134	Контрольные вопросы 64 - 65
			умеет	Контрольные вопросы 130 - 134	Контрольные вопросы 64 - 65
			владеет	Контрольные вопросы 130 - 134	Контрольные вопросы 64 - 65

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели	баллы	
ОПК-6 способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	знает (пороговый уровень)	Роль измерений в научно-техническом прогрессе; направление развития контрольно-измерительной техники; основные единицы измерения; теорию погрешностей; методы измерений; приборы для измерения	Знает тенденции развития средств измерения, теорию погрешностей, методы измерения параметров сигналов и элементов	Знает основные приборные интерфейсы, международную систему единиц измерения, алгоритм расчета статистических погрешностей, правила устранения систематических погрешностей, схемы и принцип работы приборов для измерения	61-74

		характеристик и параметров электрических цепей и сигналов; приборы для измерения неэлектрических величин		параметров сигналов и элементов	
	умеет (продвинутый)	Измерять характеристики и параметры электрических цепей и сигналов; измерять неэлектрические величины; оценивать результаты выполненных измерений; правильно оформлять результаты измерений	Умеет правильно выбрать метод измерения и средство измерения	Умеет оценить погрешность средства измерений, эксплуатировать измерительные приборы в условиях внешних помех	75-84
	владеет (высокий)	Навыками грамотной эксплуатации измерительных приборов с учетом мер и правил техники безопасности	Владеет навыками настройки измерительных приборов с учетом влияния внешних факторов	Владеет навыками калибровки, выявления и устранения влияния внешних факторов на результат измерения	85-100
ПК-2 способностью осуществлять приемку и освоение вводимого оборудования в соответствии с действующими	знает (пороговый уровень)	Приборы, методы и способы настройки, регулировки, опытной проверки работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций	Знает методы поверки измерительных приборов, методики использования измерительных приборов при измерении параметров сигналов и элементов	Знает критерии выбора адекватных средств измерений для решения стандартных задач профессиональной деятельности	61-74

		связи с учетом основных требований техники безопасности			
	умеет (продвинутой)	Проводить поверку и юстировку измерительных приборов	Умение решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением измерительных технологий и с учетом основных требований техники безопасности	Умение корректно проанализировать поставленную задачу, составить алгоритм ее решения и оценить эффективность и безопасность	75-84
	владеет (высокий)	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением современных измерительных приборов и систем	Владение способностью использовать современные измерительные приборы и системы с учетом основных требований техники безопасности.	Владеет основными методами измерения параметров сигналов и радиоэлементов, настройкой и поверкой измерительной техники.	85-100

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Оценочные средства для промежуточной аттестации**

**Вопросы к зачету**

1. Что такое метрология?
2. Физические величины. Единицы измерения.
3. Что такое измерение? Основные понятия.
4. Методы измерений.

5. Классификация технических средств измерений.
6. Классификация эталонов электрических величин.
7. Поверочные схемы.
8. Систематические погрешности измерений.
9. Случайные погрешности.
10. Технические измерения (погрешности).
11. Доверительная оценка статистических измерений.
12. Измерение тока и напряжения.
13. Аналоговые вольтметры.
14. Пиковые преобразователи напряжения.
15. ЦВ с ВИП.
16. ЦВ с частотным преобразованием.
17. ЦВ с двойным интегрированием.
18. ЦВ с поразрядовым уравниванием.
19. Классификация измерительных генераторов.
20. Структурные схемы генераторов инфранизких, низких, высоких, сверхвысоких и шумовых сигналов.
21. Согласование выходного сопротивления низкочастотного измерительного генератора с нагрузкой.
22. Универсальный электронный осциллограф.
23. Стробоскопический осциллограф.
24. Осциллографические методы измерения частоты.
25. Измерение частоты методами сравнения.
26. Резонансный метод измерения частоты.
27. Метод перезаряда конденсатора. Измерение частоты методами дискретного счета.
28. Измерение периода методом дискретного счета.
29. Понятие фазового сдвига. Фазовращатели.
30. Осциллографические методы измерения фазы.

31. Компенсационный метод измерения фазы.
32. Метод преобразования фазового сдвига в импульсы тока.
33. Цифровой измеритель фазы.
34. Спектральное представление сигналов.
35. Анализаторы спектра последовательного действия.
36. Анализаторы спектра параллельного действия.
37. Анализаторы спектра в реальном времени.
38. Интегральный метод измерения нелинейных искажений.
39. Статистический метод измерения нелинейных искажений.
40. Цифровые анализаторы спектра.
41. Методы измерения амплитудно-модулированных сигналов.
42. Методы измерения сигналов с угловой модуляцией.
43. Метод вольтметра-амперметра.
44. Мостовые методы измерения параметров радиоэлементов.
45. Резонансный куметр.
46. Цифровой куметр.
47. Цифровой измеритель R и C.
48. Измерение АЧХ.
49. Измерение параметров интегральных схем.
50. Основные параметры СВЧ цепей.
51. Режим работы СВЧ линий.
52. Измерительные СВЧ линии.
53. Импульсный рефлектометр.
54. Измерение параметров неэлектрических величин.
55. Определения и характеристики случайных сигналов.
56. Измерение моментов.
57. Измерение корреляционных функций.
58. Измерение энергетического спектра.
59. Измерение функции распределения и плотности вероятности.
60. Измерение мощности. Основные сведения.

61. Измерение поглощаемой мощности.
62. Измерение проходящей мощности.
63. Измерение малых мощностей.
64. Измерение коэффициента передачи и частотных характеристик.
65. Измерение параметров импульсных сигналов.

### Критерии выставления оценки студенту на зачете

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
61-100	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«зачтено»	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## Оценочные средства для текущей аттестации

### Перечень контрольных вопросов

по дисциплине «Электрорадиоизмерения»

1. Что такое метрология?
2. Что такое свойство объекта?
3. Что называется истинным, действительным и измеренным значением физической величины?
4. Назовите основные и дополнительные единицы, входящие в Международную систему единиц СИ.
5. Дайте определение понятий: принцип измерений, метод измерений, объект измерения.
6. Назовите основные методы измерений физических величин. Какой из них обеспечивает наибольшую точность?
7. Что называется средством измерений?
8. Классификация технических средств измерений.
9. Классификация эталонов единиц электрических величин.
10. Приведите схему передачи размеров единиц физических величин.
11. Назначение поверочных схем и их разновидности.
12. Что называется погрешностью измерения?
13. Классификация погрешностей измерения по способу количественного выражения.
14. Классификация погрешностей измерения по характеру их изменения.
15. Деление погрешностей по причинам их возникновения.
16. Как различают погрешности измерений по характеру поведения измеряемой физической величины в процессе измерений?

17. Как различают погрешности измерений по условиям, в которых используются средства измерений?

18. Методы уменьшения систематических погрешностей.

19. Законы распределения погрешностей.

20. Технические измерения.

21. Доверительная оценка погрешности измерений.

22. Какие виды погрешностей различают?

23. Чем характеризуется точность метода измерения?

24. Чем характеризуется точность результата измерения?

25. Определение предельной погрешности отдельного результата измерения.

26. Определение доверительного интервала при многократных равноточных измерениях. Что означает доверительная вероятность?

27. Поясните принцип работы цифровых вольтметров.

28. Основные технические характеристики цифровых вольтметров.

29. Нарисуйте структурную схему цифрового вольтметра: с импульсным преобразованием; с частотным преобразованием; с двойным интегрированием; с поразрядовым (развёртывающим) уравниванием.

30. Определение погрешности измерения напряжения цифровым вольтметром.

31. Схема цифрового вольтметра, работающего в режиме измерения периода. Временные диаграммы, поясняющие принцип его работы.

32. Перечислите основные преимущества цифровых вольтметров.

33. Приведите классификацию измерительных генераторов по форме сигналов.

34. Приведите классификацию измерительных генераторов по частотному диапазону.

35. Перечислите метрологические характеристики измерительных генераторов.

36. По какому принципу строятся генераторы инфранизких частот?
37. Приведите схему выходного каскада генератора низких частот.
38. Какова схемная реализация генераторов гармонических колебаний?
39. Чем отличаются LC-генераторы от RC-генераторов?
40. Для какой цели включается в схемы LC-генераторов кварцевые резонаторы?
41. Приведите схему ВЧ генератора.
42. Приведите схему СВЧ генератора.
43. Приведите схему генератора шумового сигнала.
44. Сравнительная характеристика электронных осциллографов. В чем их основное отличие?
45. Основные технические характеристики осциллографов.
46. Структурная схема универсального осциллографа.
47. Виды развёрток в осциллографе.
48. Поясните назначение линии задержки в Y-канале осциллографа.
49. Приведите обобщённую структурную схему цифрового осциллографа.
50. Зачем необходимо гашение обратного хода луча ЭЛТ?
51. Зачем нужна подсветка прямого хода луча?
52. Виды синхронизации в осциллографе.
53. Принцип работы внутренней синхронизации.
54. Принцип работы стробоскопического осциллографа.
55. Особенности измерения осциллографом.
56. Основные методы измерения частоты, краткая сравнительная характеристика.
57. Для чего нужен усилитель-ограничитель в схеме конденсаторного частотомера?
58. От чего зависит резонансная частота в объемных резонаторах?
59. На какой канал осциллографа подается калибровочный сигнал при измерения частоты способом синусоидальной развертки?

60. Как называются изображения на экране осциллографа при синусоидальной развертке?

61. На какой канал осциллографа подаются измеряемый сигнал при измерении частоты способом круговой развертки?

62. Почему гетеродинный способ измерения частоты называют способом нулевых биений?

63. Почему при измерении частоты методом дискретного счета частоту кварцевого генератора понижают, а при измерении периода – повышают?

64. За счет чего электронный нониус увеличивает точность измерения частоты?

65. Почему фазовый сдвиг можно измерять по шкале времени осциллографа?

66. Какие типы фазовращателей вам известны?

67. Приведите формулу для определения фазового сдвига при линейной развёртке.

68. Приведите формулу для определения фазового сдвига при синусоидальной развёртке.

69. Как измерить фазовый сдвиг однолучевым осциллографом?

70. Зачем нужен вспомогательный фазовращатель в компенсационном методе измерения фазового сдвига?

71. Для чего в методе преобразования фазового сдвига в импульсы тока в качестве индикатора используется магнитоэлектрический прибор?

72. Каким образом в цифровом фазометре реализована операция деления при нахождении фазового сдвига?

73. В чем преимущество и недостатки параллельного и последовательного методов спектрального анализа?

74. Принцип действия анализатора последовательного действия.

75. Принцип действия дисперсионного анализатора спектра.

76. В чем отличие селективных вольтметров от анализаторов спектров?

77. Каким образом можно сократить время анализа?

78. Что такое разрешающая способность и от чего она зависит?  
Цифровой метод анализа спектра.
79. Принцип действия анализатора спектра параллельного действия.  
Каким образом можно повысить разрешающую способность анализатора?
80. Основные характеристики анализатора спектра.
81. Почему в измерителях нелинейных искажений применяются только квадратичные детекторы?
82. Принцип измерения коэффициента гармоник  $K_g$  аналитическим методом.
83. Принцип измерения коэффициента гармоник  $K_g$  интегральным методом. Почему его называют методом подавления основной гармоники?
84. Статистический метод определения коэффициента нелинейных искажений. Сравните его с интегральным методом.
85. Приведите формулу для определения коэффициента гармоник  $K_g$  и коэффициента нелинейных искажений  $K_n$ .
86. Приведите эквивалентную схему элементов  $R$ ,  $C$ ,  $L$ .
87. Приведите формулы для определения  $Q$  и  $\text{tg}\delta$ .
88. Почему в электромеханическом омметре с последовательным включением шкала „обратная“, а с параллельным включением – „прямая“?
89. Почему электронные вольтметры имеют большое входное сопротивление?
90. Приведите схему моста переменного тока и условия его баланса.
91. Приведите схему моста переменного тока для измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь.
92. Приведите схему моста переменного тока для измерения индуктивности и добротности катушки индуктивности.
93. Почему индикатор резонансного куметра можно градуировать в единицах добротности?
94. Почему резонансный куметр измеряет действующее значение индуктивности.

95. Почему при измерении собственной емкости катушки индуктивности производят измерения на разных частотах?
96. Как реализуется метод замещения при измерении емкости резонансным куметром?
97. Почему в цифровом куметре добротность равна числу импульсов прошедших за конкретное время?
98. Почему, измерив постоянную времени разрядного RC-контура, можно определить один из элементов R или C?
99. Приведите схему для измерения АЧХ.
100. Какие особенности измерения параметров интегральных схем.
101. Почему волновое сопротивление в волноводных линиях близко к волновому сопротивлению свободного пространства?
102. Почему в режиме бегущей волны  $K_{СВ} = 1$ ?
103. При каких условиях в СВЧ линиях возникает режим стоячих волн?
104. Для какого режима характерен  $K_{СВ} = 10$ ?
105. Какую роль выполняет СВЧ диод и микроамперметр в измерительной головке измерительной линии?
106. Зачем измерительная СВЧ линия комплектуется короткозамыкателем?
107. Как определить полное сопротивление нагрузки с помощью диаграммы Вольперта – Смита?
108. Приведите схему импульсного рефлектометра.
109. Чему будет равен коэффициент отражения, если в линии: полное согласование; обрыв линии; короткое замыкание в линии?
110. Почему при определении расстояния до неоднородности в СВЧ линии время отклика делится пополам?
111. Чем отличаются первичные измерительные преобразователи генераторного типа от параметрических?
112. Приведите конструкции резистивных датчиков.
113. Приведите конструкции емкостных датчиков.

114. Приведите конструкции индуктивных датчиков.
115. Чем отличается стационарный случайный сигнал от нестационарного?
116. Дайте определение эргодического сигнала.
117. В чем отличие моментов первого и второго порядков?
118. Дайте определение корреляционной, взаимно – корреляционной функции и энергетического спектра.
119. Какие приборы используются при измерении моментов?
120. Приведите схему аналогового коррелометра.
121. В чем суть метода фильтрации при измерении энергетического спектра?
122. Приведите схему и временные диаграммы для аналогового измерителя функции распределения и плотности вероятности.
123. Приведите схему и временные диаграммы для цифрового измерителя функции распределения и плотности вероятности.
124. Каким образом измеряют импульсную мощность в СВЧ диапазоне?
125. Как определяют пиковую мощность импульсно - модулированного сигнала?
126. Чем отличаются измерения поглощаемой и проходящей мощности?
127. Сравните методы измерения поглощаемой мощности.
128. Сравните методы измерения проходящей мощности.
129. Поясните принцип работы радиометра.
130. Приведите схему измерения АЧХ.
131. Приведите методы и схемы измерения вносимого ослабления.
132. Приведите методы и схемы измерения собственного ослабления.
133. Приведите параметры импульсных сигналов различной формы.
134. Охарактеризуйте способы измерения параметров импульсных сигналов.

### **Критерии оценки:**

✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 баллов выставляется студенту, если оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся

неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Критерии оценки отчетов по лабораторным работам**

Оценивание защиты лабораторной работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет к защите отчет по лабораторной работе, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, по оформлению, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы, допускает существенные ошибки в работе, представляет отчет с существенными отклонениями от правил оформления письменных работ.