

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 26.04.2023 15:55:54  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Микроволновые, цифровые и  
оптические устройства радио-  
электронных систем»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**

ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

---

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

для подготовки специалистов

по направлению

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

по специализации

**«Микроволновые, цифровые и оптические устройства радиоэлектронных  
систем»**

Санкт-Петербург

2022

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Разработчики:

старший преподаватель Грачев С.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР  
03.03.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФРТ, 20.04.2022, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## **1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	ТОР
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	5
Семестр	9

## Виды занятий

Лекции (академ. часов)	51
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144

## Вид промежуточной аттестации

Экзамен (курс) 5

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

В дисциплине рассматриваются следующие основные вопросы. Физические основы двух ветвей функциональной электроники – акустооптики и акустоэлектроники.

Акустооптическое взаимодействие. Акустооптические процессоры корреляционного и спектрального типа с пространственным и временным интегрированием: основные схемные решения, технические характеристики, области применения. Принципы построения цифровых оптических процессоров линейной алгебры (ОПЛА) для обработки сигналов: схемные решения, технические характеристики и области применения ОПЛА.

Основы теории распространения акустических волн в твердых телах. Конструктивно-топологические особенности акустоэлектронных устройств (АЭУ) на поверхностных акустических волнах (ПАВ). Возбуждение и прием ПАВ с помощью встречно-штыревых преобразователей (ВШП). АЭУ формирования и сжатия сложных радиосигналов, полосовые фильтры, линии задержки, резонаторы, нелинейные устройства. Методы анализа АЭУ. Структурные схемы ПАВ-устройств.

## **SUBJECT SUMMARY**

### **«FUNCTIONAL ELEKTRONICS»**

The discipline considers the following issues. The physical bases of the two branches of the functional electronics of acousto-optics and acoustoelectronics. Acousto-optic interaction. Acousto-optic processors of correlation and spectral type with spatial and temporal integration: basic designs, specifications, areas of application. Principles of construction of digital optical processors linear algebra (OPLA) for signal processing: schematics, specifications and scope of OPLA.

Fundamentals of the theory of the propagation of acoustic waves in solids. Structural-topological features of acoustoelectronic devices (AED) on surface acoustic waves (SAW). Excitation and reception with the help of SAW interdigital transducers (IDT). AED for the formation and compression of complex signals, bandpass filters, delay lines, resonators, nonlinear device. Methods of analysis the AED. The structural scheme of the SAW devices.

### **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

#### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Целью изучения дисциплины является:

- получение знаний физических основ функциональной электроники, принципов работы и конструктивных особенностей акустооптических, акустоэлектронных и волоконно-оптических устройств радиофотоники;
- формирование умения анализировать акустоэлектронные устройства на ПАВ, применять методы расчета преобразований световых полей в оптических системах и моделировать их работу;
- приобретение навыков применения математического аппарата для анализа и разработки устройств ФЭ.

2. В процессе изучения дисциплины решается задача приобретения студентами знаний теоретических основ функционирования, схемных решений, конструкций и технических характеристик акустооптических, акустоэлектронных и волоконно-оптических устройств радиофотоники. Формирование умения и приобретение навыков применения математического аппарата для анализа и разработки устройств ФЭ.

3. В процессе изучения дисциплины студенты получают знания физических основ функциональной электроники, принципов работы, схемных решений и конструктивных особенностей акустооптических, акустоэлектронных и волоконно-оптических устройств радиофотоники, а также приобретают знания в области применения функциональной электроники для формирования и обработки радиосигналов.

4. В процессе изучения дисциплины должно сформироваться умение анализировать устройства акустоэлектроники и радиофотоники, применять методы расчета преобразований световых полей в оптических системах и моделировать

работу устройств ФЭ.

5. В процессе изучения дисциплины приобретаются навыки применения математического аппарата для анализа и разработки устройств ФЭ.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Квантовые устройства оптического диапазона»
2. «Математический аппарат радиотехники»
3. «Радиотехнические цепи и сигналы»
4. «Техническая электродинамика»
5. «Физика»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### **3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-1	Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования
<i>ПК-1.2</i>	<i>Умеет разрабатывать техническое задание на проектирование</i>
СПК-1	Способен рассчитывать параметры и характеристики, применять методы компьютерного моделирования и проектирования микроволновых, цифровых и оптических устройств радиоэлектронных систем
<i>СПК-1.1</i>	<i>Знает принципы работы микроволновых, цифровых и оптических устройств радиоэлектронных систем</i>

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Содержание разделов дисциплины**

#### **4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Лек, ач</b>	<b>Пр, ач</b>	<b>ИКР, ач</b>	<b>СР, ач</b>
1	Введение	0.5			
2	Физические основы функционирования акустооптических процессоров	6	2		9
3	Акустооптические процессоры корреляционного типа	6	2		10
4	Акустооптические процессоры для спектрального анализа	6	2		10
5	Устройства радиофотоники	6	2	0.5	10
6	Функциональная акустоэлектроника	5	0		6
7	Физические основы функционирования АЭУ	4	2		6
8	Конструктивно-топологические особенности АЭУ на ПАВ	4	2		6
9	Встречно-штыревые преобразователи (ВШП) и отражательные структуры (ОС) ПАВ	4	2		6
10	АЭУ формирования и обработки сигналов	4	2		6
11	АЭУ в современных радиоэлектронных системах	5	1	0.5	6
12	Заключение	0.5			
	Итого, ач	51	17	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе				144/4

#### **4.1.2 Содержание**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
1	Введение	Функциональная электроника (ФЭ) как направление современной электроники, ее роль в задачах обработки сложных сигналов.
2	Физические основы функционирования акустооптических процессоров	Физические основы акустооптического взаимодействия как главного средства ввода радиосигнала в оптическую систему обработки информации: режимы дифракции Рамана-Ната и Брэгга, их особенности и алгоритмическое описание. Элементная база акустооптики: источники излучения, акустооптические модуляторы, фотоприемники и оптические элементы.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
3	Акустооптические процессы корреляционного типа	Акустооптический согласованный фильтр с двумерным опорным транспарантом. Акустооптический корреляторы с пространственным и временным интегрированием для видео и радиосигналов: основные схемные решения, технические характеристики, области применения. Акустооптический процессор формирования функции неопределенности.
4	Акустооптические процессы для спектрального анализа	Акустооптический спектроанализатор с пространственным интегрированием (АОС ПИ). Акустооптический спектроанализатор с временным интегрированием (АОС ВИ). Двумерные акустооптические спектроанализаторы с пространственным и временным интегрированием (АОС ПВИ): основные схемные решения, технические характеристики (полоса анализа, частотное разрешение, динамический диапазон), области применения. Акустооптический процессор для обработки сигналов фазированной антенной решётки (ФАР).
5	Устройства радиофotonики	Основные направления радиофотоники. Оптоэлектронный генератор (ОЭГ). Оптические диаграммоформирующие схемы ФАР. Дисперсионный анализатор спектра на основе оптического волокна с частотной дисперсией. Кодирование и согласованная фильтрация радиосигналов миллиметрового диапазона средствами волоконной оптики.
6	Функциональная акустоэлектроника	Функциональная электроника (ФЭ) как направление современной электроники. Классификация устройств ФЭ, место и роль акустоэлектроники. Акустоэлектронные эффекты. Несхемотехнический принцип обработки и хранения информации. Общая характеристика акустоэлектронных устройств (АЭУ). Классификация АЭУ.
7	Физические основы функционирования АЭУ	Твердое тело как среда распространения акустических волн. Изотропные и анизотропные среды. Основы теории распространения акустических волн в твердых телах. Типы акустических волн. Поверхностные акустические волны (ПАВ), псевдоверхностные акустические волны (ППАВ) и объемные акустические волны (ОАВ). Волна Релея. Пьезоэлектрический эффект. Физические принципы функционирования АЭУ.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
8	Конструктивно-топологические особенности АЭУ на ПАВ	Конструктивные элементы АЭУ и их функциональное назначение. Основные требования к подложкам. Топологические элементы: преобразователи, отражатели, ответвители. Корпусирование. Возможности миниатюризации и функциональной интеграции с другими микроэлектронными устройствами. Основные этапы технологического процесса изготовления АЭУ. Типы применяемых материалов. Монокристаллы: ориентация и обозначение срезов, важнейшие параметры. Сравнительная характеристика основных применяемых монокристаллов. Перспективные материалы.
9	Встречно-штыревые преобразователи (ВШП) и отражательные структуры (ОС) ПАВ	Возбуждение и прием ПАВ с помощью ВШП. Классификация. Методы весовой обработки. Типы одиночных отражателей: металлический электрод, канавка. Многоэлементные ОС. Классификация. Методы весовой обработки.
10	АЭУ формирования и обработки сигналов	Устройства формирования и сжатия сложных радиосигналов. Полосовые фильтры. Линии задержки. Резонаторы. Нелинейные устройства. Методы анализа АЭУ. Структурные схемы ПАВ устройств. Модель дельта-источников. Метод эквивалентных схем. Вторичные эффекты в устройствах на ПАВ.
11	АЭУ в современных радиоэлектронных системах	Устройства на ПАВ в телекоммуникационной аппаратуре. Устройства радиочастотной идентификации (РЧИД). Датчики на ПАВ.
12	Заключение	Перспективы развития устройств применения устройств ФЭ в современной радиоэлектронике.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Элементная база акустооптики: источники излучения, акустооптические модуляторы, фотоприемники и оптические элементы.	2
2. Акустооптический согласованный фильтр с двумерным опорным транспарантом.	2
3. Акустооптический спектроанализатор с пространственным интегрированием (АОС ПИ).	2
4. Дисперсионный анализатор спектра на основе оптического волокна с частотной дисперсией.	2

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
5. Основы теории распространения акустических волн в твердых телах. Типы акустических волн.	2
6. Основные этапы технологического процесса изготовления АЭУ. Типы применяемых материалов.	2
7. Возбуждение и прием ПАВ с помощью ВШП. Многоэлементные отражательные структуры.	2
8. Структурные схемы ПАВ устройств. Модель дельта-источников. Метод эквивалентных схем.	2
9. Устройства на ПАВ в телекоммуникационной аппаратуре.	1
<b>Итого</b>	<b>17</b>

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	12
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	16
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	8
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	4
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференциированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>75</b>

## **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

<b>№ п/п</b>	<b>Название, библиографическое описание</b>	<b>К-во экз. в библ.</b>
<b>Основная литература</b>		
1	Оптические устройства в радиотехнике [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" направления подгот. дипломир. специалистов "Радиотехника" / [А.Ю. Гринев [и др.]] ; под ред. В.Н. Ушакова, 2005. -239 с.	60
2	Дудкин, Валентин Иванович. Кvantовая электроника. Приборы и их применение [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 140400 -"Техническая физика" / В.И. Дудкин, Л.Н. Пахомов, 2006. -432 с.	34
3	Ушаков, Виктор Николаевич. Акустооптические процессоры корреляционного типа [Текст] / В.Н. Ушаков, 2007. -183 с.	21
4	Информационная оптика [Текст] : Учеб. пособие для вузов / Н.Н. Евтихиев, О.А. Евтихиева, И.Н. Компанец и др.; Под ред. Н.Н. Евтихиева, 2000. -612 с.	30
<b>Дополнительная литература</b>		
1	Щука, Александр Александрович. Электроника [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 654100 "Электроника и микроэлектроника" / А. А. Щука, 2008. -739 с.	15

### **5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины**

<b>№ п/п</b>	<b>Электронный адрес</b>
1	Функциональная электроника. <a href="http://www.tor.eltech.ru:8000/edu/master/funcel">http://www.tor.eltech.ru:8000/edu/master/funcel</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10309>

## **6 Критерии оценивания и оценочные материалы**

### **6.1 Критерии оценивания**

Для дисциплины «Функциональная электроника» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### **Экзамен**

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## **Особенности допуска**

Студенты допускаются к экзамену при условии посещения не менее 75% занятий и положительных результатов участия в двух коллоквиумах. На экзамене студент должен ответить на два вопроса, указанных в билете. При подготовке к ответу можно пользоваться конспектом лекций.

## **6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **Вопросы к экзамену**

<b>№ п/п</b>	<b>Описание</b>
1	Классификация акустооптических процессоров. Основные технические характеристики. Элементы акустооптических схем: АОМ, ФПУ, оптические элементы.
2	Дифракция света на акустических волнах. Квантово-механическая модель. Режимы дифракции. Модуляция света электрическим сигналом.
3	Акустооптический спектроанализатор с пространственным интегрированием (АОСПИ): устройство, принцип действия, частотное разрешение.
4	Повышение частотного разрешения в АОСПИ (двумерный АОСПИ): устройство, принцип действия, частотное разрешение.
5	Акустооптический процессор обработки сигналов линейной ФАР с пространственным разделением каналов: устройство, принцип работы, частотное и угловое разрешение.
6	Гетеродинный АОСПИ: устройство, принцип действия, динамический диапазон.
7	Акустооптический спектроанализатор с временным интегрированием (АОСВИ): устройство, принцип работы, частотное разрешение, полоса анализа.
8	Двумерный акустооптический спектроанализатор с пространственным и временным интегрированием (АОСПВИ): устройство, принцип работы, частотное разрешение, полоса анализа.
9	Динамический диапазон акустооптических спектроанализаторов с временным интегрированием.
10	Взаимная модуляция сигналов в акустооптическом модуляторе, её влияние на динамический диапазон АОСПИ.
11	Двумерный акустооптический спектроанализатор с временным интегрированием (АОСВИ) на основе процессора с тремя перемножениями.
12	Процессоры функции неопределенности с пространственным интегрированием и с временным интегрированием: устройство и принцип работы.
13	Акустооптический согласованный фильтр: схема и принцип действия. Акустооптический конволвер: схема и принцип действия.
14	Радиочастотный акустооптический коррелятор с временным интегрированием Монтгомери.
15	Оптоэлектронный генератор (ОЭГ): схема, принцип действия. Фазовые шумы.

16	Оптические диаграммоформирующие схемы ФАР: схемы, принцип действия.
17	Анализатор спектра на основе оптического волокна с частотной дисперсией: схема, принцип действия, характеристики.
18	Согласованный фильтр радиосигналов миллиметрового диапазона на основе отражательных ВОРБ: схема, принцип действия, характеристики.
19	Акустоэлектроника – что это такое? Упругие колебания в твердых пьезо-электриках. Типы и характеристики объемных волн (ОВ). Поверхностные волны в изотропной и анизотропной средах. Срезы кристаллов.
20	Типы и характеристики ПАВ в анизотропных средах ( $V_f$ , $V_{gr}$ , КЭМС, ТКЗ). Дифракция ПАВ, затухание ПАВ, влияние диэлектрических свойств подложки.
21	Возбуждение и прием ПАВ. Эквидистантный ВШП. Модель δ-источников. Частотная характеристика ВШП. Импульсная характеристика ВШП.
22	Частотная характеристика 2-х ВШП. Линия задержки. Характеристики ЛЗ. Вносимые потери. Эквивалентная схема ВШП. Согласование с генератором.
23	Аподизация ВШП. Способы аподизации. Влияние вторичных эффектов на характеристики ЛЗ (сигнал 3-го прохода, возникновение ОВ, электрический «пролаз», дифракционные эффекты при аподизации). Методы борьбы с ними (расщепленные электроды ВШП, прореживание электродов, использование 3-х преобразователей). Способы измерения задержки в ЛЗ.
24	Синтез полосового трансверсального фильтра. Анализ частотной и временной характеристик фильтра. МПО. Принцип действия. Использование МПО в полосовых фильтрах.
25	Однонаправленные ВШП. Способы формирования однонаправленности (2-х фазные преобразователи, преобразователи с плавающим электродом).
26	Физическая природа отражения ПАВ (полоски, канавки). Анализ зависимости характеристики отражения от параметров отражателей. Особенности отражения при наклонном падении ПАВ.
27	Резонаторы на ПАВ. Анализ однопортового резонатора. Эквивалентная схема однопортового резонатора и ее параметры. 2-х портовый резонатор.
28	Генераторы на ПАВ. Генератор на ЛЗ, на однопортовом резонаторе, на 2-х портовом резонаторе.
29	Неэквидистантные ВШП. Дисперсионный фильтр и его характеристики. Разновидности дисперсионных фильтров. АКФ ЛЧМ сигнала. Сжатие ЛЧМ импульса в дисперсионном фильтре. Уменьшение уровня боковых лепестков.
30	Разновидности дисперсионных фильтров. Фильтры с ОС. Фильтры с частотно-пространственными ВШП.
31	Веерные ВШП. Фильтры с веерными ВШП. Фильтры с линейной ФЧХ. Дисперсионные фильтры с веерными ВШП.

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

## **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

**Дисциплина Функциональная электроника ФРТ**

1. Оптические диаграммоформирующие схемы ФАР: схемы, принцип действия.

2. Физическая природа отражения ПАВ (полоски, канавки). Анализ зависимости характеристики отражения от параметров отражателей.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

В.Н. Ушаков

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### **6.3 График текущего контроля успеваемости**

<b>Неделя</b>	<b>Темы занятий</b>	<b>Вид контроля</b>
1	Физические основы функционирования акустооптических процессоров Акустооптические процессоры корреляционного типа Устройства радиофотоники Акустооптические процессоры для спектрального анализа	
2		
3		
4		
5		
6		
7		Коллоквиум
8	Функциональная акустоэлектроника Физические основы функционирования АЭУ Конструктивно-топологические особенности АЭУ на ПАВ Встречно-штыревые преобразователи (ВШП) и отражательные структуры (ОС) ПАВ АЭУ формирования и обработки сигналов АЭУ в современных радиоэлектронных системах	
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		Коллоквиум

### **6.4 Методика текущего контроля**

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости на лекционных и практических занятиях (не менее 75 % занятий) и успешное участие в двух коллоквиумах по результатам которых студент получает допуск на экзамен.

Примеры контрольных вопросов к коллоквиумам приведены в критериях оценивания.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на практических занятиях по методикам, описанным выше.

## **7 Описание информационных технологий и материально-технической базы**

<b>Тип занятий</b>	<b>Тип помещения</b>	<b>Требования к помещению</b>	<b>Требования к программному обеспечению</b>
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска.	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## **ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>