

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 18.08.2023 13:10:29  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Радиосистемы и комплексы  
управления»



**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**

**«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ»**

для подготовки специалистов

по направлению

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

по специализации

**«Радиосистемы и комплексы управления»**

Санкт-Петербург

2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Чистякова С.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РС  
10.03.2021, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФРТ, 20.04.2021, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	5
Семестр	9
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	71
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	109
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	5
Курсовой проект (курс)	5

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ»**

В курсе «Автоматизированные радиоизмерительные комплексы» рассматриваются принципы построения современных автоматизированных комплексов измерения радио-параметров. Излагаются особенности интерфейсов и языков управления измерительными комплексами. Среди разделов дисциплины рассматриваются вопросы классификация цифровых лабораторных измерительных приборов, приборных интерфейсов и управления измерениями с помощью ЭВМ. Излагаются основные аспекты построения распределенных автоматизированных комплексов и комплексов на виртуальных измерительных приборах

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«AUTOMATED RADIO MEASUREMENT SYSTEMS»**

The course describes the principles of design modern measurements automated systems of radio parameters. Outlines the characteristics of the interfaces and programming languages of measurement systems. There are classification of digital laboratory measuring instruments, hardware interfaces and controls program among the partitions course. It sets out the basic aspects of building automation systems and distributed systems on virtual instrumentations.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Цель дисциплины - освоение принципов построения автоматизированных радиоизмерительных комплексов, приборных интерфейсов, средств управления радиоизмерительными приборами.

2. Задачи дисциплины:

Получение знания принципов построения радиоизмерительных комплексов.

Освоение методов управления радиоизмерительными приборами и обработки результатов измерений

Формирование навыков построения полунатурных стендов на основе цифровых радиоизмерительных приборов

3. Формирование знания принципов построения автоматизированных радиоизмерительных комплексов

4. Формирование умения обработки результатов радиоизмерений

5. Формирование навыков проектирования полунатурных стендов

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Радиоавтоматика»

2. «Статистическая теория радиотехнических систем»

3. «Основы теории радиотехнических систем»

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:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-7	Способен к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных
ПК-7.1	<i>Знает принципы планирования экспериментальных исследований</i>
ПК-7.2	<i>Умеет обосновывать программу эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных</i>
ПК-7.3	<i>Владеет техникой проведения экспериментальных исследований</i>

### 3.4 Паспорт модуля

Дисциплина является частью модуля “Дисциплины специализации”. Модуль состоит из:

Код	Дисциплина	Тип	ЗЕТ
1	Оптимизация и обработка сигналов	Дисциплина	5
2	Современное проектирование цифровых устройств	Дисциплина	5
3	Автоматизированные радиоизмерительные комплексы	Дисциплина	5
4	Нейронные сети и нейродинамические системы	Дисциплина	4
5	Основы теории радиосистем и комплексов управления	Дисциплина	4
6	Морская радиолокация	Дисциплина	5
7	Испытания и моделирование радиотехнических систем и комплексов	Дисциплина	4
8	Прикладная статистическая радиофизика	Дисциплина	4

По каждой дисциплине в модуле проводится отдельная промежуточная аттестация, вопросы, примеры оценочных средств к ней и форма промежуточной аттестации указана в рабочей программе соответствующей дисциплины.

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

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

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			
2	Цифровые контрольно-измерительные приборы	4	4		18
3	Генераторы прямого цифрового синтеза	6	6		18
4	Цифровые запоминающие осциллографы	4	4		18
5	Приборные интерфейсы и системы сбора данных	6	6		18
6	Управление радиоизмерительными приборами с помощью ЭВМ	6	8		20
7	Автоматизированные комплексы	6	6		17
8	Заключение	1		3	
	Итого, ач	34	34	3	109
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет и задачи дисциплины. Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Место дисциплины в общей подготовке радиоинженера.
2	Цифровые контрольно-измерительные приборы	Классификация лабораторных цифровых радиоизмерительных приборов. Программируемые источники питания. Калибраторы радиотехнических параметров. Погрешности лабораторных радиоизмерительных приборов. Общие вопросы подбора цифровых радиоизмерительных приборов
3	Генераторы прямого цифрового синтеза	Метод прямого цифрового синтеза. Параметры сигналов полученных по методу прямого цифрового синтеза. Сигналы формируемые генератором прямого цифрового синтеза и их спектр. Сигналы произвольной формы

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Цифровые запоминающие осциллографы	Основные и дополнительные параметры цифровых запоминающих осциллографов реального времени. Влияние шума квантования аналого-цифрового преобразователя на погрешность измерений. Методы повышения разрешающей способности цифровых запоминающих осциллографов. Осциллографические пробники. Анализ и декодирование распространенных протоколов передачи данных с помощью цифрового запоминающего осциллографа. Эффект переноса спектра при цифровой обработке сигналов. Стробоскопические осциллографы
5	Приборные интерфейсы и системы сбора данных	Обзор приборных интерфейсов. Аппаратные аспекты интерфейса стандарта IEEE-488. Интерфейсы на основе семейства технологий пакетной передачи данных Ethernet. Последовательные интерфейсы. Устройства сопряжения с ЭВМ
6	Управление радиоизмерительными приборами с помощью ЭВМ	Обзор языков программирования радиоизмерительных приборов. Программные аспекты стандарта IEEE-488. Среды графического программирования. Среды управления на основе веб-браузеров. Обработка результатов радиоизмерений
7	Автоматизированные комплексы	Общие вопросы построения автоматизированных комплексов. Построение комплексов ВЧ и СВЧ диапазона. Программно-управляемые системы сбора данных и управления техническими объектами и технологическими процессами построенные на виртуальных измерительных приборах
8	Заключение	Перспективы развития автоматизации радиоизмерительных комплексов

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Управление параметрами измерительного прибора через последовательный интерфейс	4
2. Управление параметрами имитатора сигналов глобальной навигационной спутниковой системы через Ethernet	6
3. Управление параметрами измерительного прибора через интерфейс IEEE-488	4
4. Автоматизированный сбор и обработка результатов осциллографических измерений	4



Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
5. Программирование источника питания	4
6. Управление измерительным прибором в среде визуального программирования	4
7. Генератор прямого цифрового синтеза сигналов	4
8. Анализ и декодирование сигналов протоколов RS232 и I2C с помощью осциллографа	4
Итого	34

#### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Проектирование стенда полунатурных испытаний авиационного приемопередающего модуля.

Содержание работы (проекта): При разработке курсового проекта решаются следующие задачи:

1. Анализ требований авиационных стандартов;
2. Оценка необходимости замены устаревших радиоизмерительных приборов;
3. Выбор и обоснование замены средств измерений;
4. Построение структуры стенда с учетом выбранных замен;
5. Оценка адекватности полученной структуры;
6. Финансово-экономический анализ полученной структуры;

Оформление работы по общепринятым в университете «Требования к оформлению научно-технических отчетов». Объем работы 20-30 страниц, список использованных источников не менее 4.

Выполненная курсовой проект сдается на проверку преподавателю. Преподаватель допускает работу к защите или направляет на доработку обучающемуся. В процессе защиты студенту задаются вопросы по существу проектируемого стенда. Оценка курсового проекта по 4-балльной системе определяется правильностью и полнотой ответов..

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Разработка стенда полунатурных испытаний авиационного приемопередающего модуля в части проверки выполнения требований к времени перестройки модуля	To develop the Hil bench testing of aircraft transmitting or receiving module in terms of checking compliance to the time rearrange key module
2	Разработка стенда полунатурных испытаний авиационного приемопередающего модуля в части проверки выполнения требований к времени ожидания данных	To develop the Hil bench testing of aircraft transmitting or receiving module in the part of verification of compliance to the waiting time data
3	Разработка стенда полунатурных испытаний авиационного приемопередающего модуля в части проверки выполнения требований к помехоустойчивости	To develop the Hil bench testing of aircraft transmitting or receiving module, in part to verify compliance with the requirements of noise immunity

#### **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.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	22
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	32
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, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>109</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

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

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Шишмарев, Владимир Юрьевич. Технические измерения и приборы : учеб. для вузов по направлению подгот. "Автоматизация технол. процессов и производств" / В. Ю. Шишмарев, 2012. -383, [1] с.	14
2	Тартаковский, Дмитрий Федорович. Метрология, стандартизация и технические средства измерений : Учеб. для вузов в обл. автоматики, электроники, микроэлектроники и радиотехники / Д.Ф.Тартаковский, А.С.Ястребов, 2001. -205 с.	122
3	Электрические измерения : учеб. пособие для электротехн. специальностей вузов / [В.Н. Малиновский [и др.]] ; под ред. В.Н. Малиновского, 1985. -415, [1] с.	75
Дополнительная литература		
1	Зубков, Василий Иванович. Компьютерные технологии в научных исследованиях : конспект лекций / В.И. Зубков, 2010. -76 с.	106

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

№ п/п	Электронный адрес
1	ПРИСТ. Статьи <a href="http://prist.ru/info/articles.html#theory">http://prist.ru/info/articles.html#theory</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=14601>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Автоматизированные радиоизмерительные комплексы» 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

Для допуска к экзамену студент должен посетить не менее 80% лекций и практических занятий, выполнить на положительные оценки 2 контрольные работы и защитить курсовой проект. Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит 2 теоретических вопроса. Защита курсового проекта осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Классификация лабораторных цифровых радиоизмерительных приборов
2	Программируемые источники питания
3	Погрешности лабораторных радиоизмерительных приборов
4	Метод прямого цифрового синтеза
5	Параметры сигналов полученных по методу прямого цифрового синтеза
6	Сигналы, формируемые генератором прямого цифрового синтеза, и их спектр
7	Генератор сигналов произвольной формы
8	Основные и дополнительные параметры цифровых запоминающих осциллографов реального времени
9	Влияние шума квантования аналого-цифрового преобразователя на погрешность измерений
10	Методы повышения разрешающей способности цифровых запоминающих осциллографов
11	Анализ и декодирование распространенных протоколов передачи данных с помощью цифрового запоминающего осциллографа
12	Эффект переноса спектра при цифровой обработке сигналов
13	Стробоскопические осциллографы
14	Аппаратные аспекты интерфейса стандарта IEEE-488.
15	Интерфейсы на основе семейства технологий пакетной передачи данных Ethernet
16	Последовательные интерфейсы. Устройства сопряжения с ЭВМ.
17	Обработка результатов радиоизмерений.
18	Общие вопросы построения автоматизированных комплексов
19	Построение комплексов ВЧ и СВЧ диапазона
20	Программно-управляемые системы сбора данных

## **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 **Автоматизированные радиоизмерительные комплексы ФРТ**

1. Генератор сигналов произвольной формы
2. Построение комплексов ВЧ и СВЧ диапазона

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.М. Кутузов

### **Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

#### **Контрольная работа № 1**

1. Какая полоса должна быть у цифрового запоминающего осциллографа для визуальной оценки гармонического сигнала с частотой 150 МГц?
2. Что является основным параметром генератора сигналов произвольной формы?
3. Какой фильтр необходимо применять после цифро-аналогового преобразования в технологии прямого цифрового синтеза для сглаживания сигнала?
4. Какой параметр цифрового запоминающего осциллографа является основным?
5. Для какого сигнала применима оценка величины времени нарастания фронта?

#### **Контрольная работа № 2**

1. Какой коэффициент деления пассивного пробника необходим для наблюдения сигнала с амплитудой 1200 Впик на осциллографе с максимальным входным напряжением 100 Впик?

2. В какой форме представлена команда :TIM:SCAL?

3. Что позволяет увеличить параллельное включение выходных каналов многоканального источника питания?

4. Что произойдет после подачи команды \*IDN?

5. Что требуется для подключения токового осциллографического пробника на основе петли Роговского?

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

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Цифровые контрольно-измерительные приборы Генераторы прямого цифрового синтеза Цифровые запоминающие осциллографы	
2		
3		
4		
5		
6		Контрольная работа
7	Приборные интерфейсы и системы сбора данных Управление радиоизмерительными приборами с помощью ЭВМ Автоматизированные комплексы	
8		
9		
10		
11		
12		Контрольная работа
13	Цифровые контрольно-измерительные приборы Генераторы прямого цифрового синтеза Цифровые запоминающие осциллографы Приборные интерфейсы и системы сбора данных Управление радиоизмерительными приборами с помощью ЭВМ Автоматизированные комплексы	
14		
15		
16		
17		Защита КР / КП

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий) и выполнение 2 контрольных работ, по результатам которого студент получает допуск на экзамен. Каждая контрольная работа рассчитана на 25 минут и содержит 5 вопросов. Правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл. Оценка за контрольную работу равна сумме набранных баллов. Положительными считаются оценки 3, 4, 5.

#### самостоятельной работы студентов

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

#### при выполнении курсового проекта

Текущий контроль при выполнении курсового проекта осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и заданием на курсовой проект (работу).

Оформление пояснительной записки на курсовой проект выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам принятым в СПбГЭТУ.

Защита курсового проекта осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

### **Критерии оценивания курсового проекта:**

«отлично» – задание выполнено полностью, правильно или с небольшими недочетами, которые студент исправляет при защите курсовой работы. Оформление соответствует ГОСТам и требованиям к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ. На защите работы студент демонстрирует отличное знание материала, в состоянии полностью самостоятельно объяснить ход работы и доказать ее личное выполнение.

«хорошо» – задание выполнено полностью, с ошибками, которые студент в состоянии самостоятельно исправить при защите курсовой работы. Оформление соответствует ГОСТам и требованиям к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ, но возможны небольшие недочеты. На защите работы студент демонстрирует хорошее знание материала, в состоянии объяснить ход работы с незначительными подсказками преподавателя.

«удовлетворительно» – задание выполнено не полностью или с ошибками, которые студент не в состоянии самостоятельно исправить при защите курсовой работы. Оформление небрежное, содержащее отклонения от ГОСТов и требованиям к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ. На защите работы студент демонстрирует слабое знание материала, у преподавателя нет уверенности в самостоятельном выполнении работы студентом.

«неудовлетворительно» – задание не выполнено, либо выполнено с гру-

быми ошибками, не позволившими достигнуть его цели; студент не в состоянии самостоятельно исправить ошибки при защите курсовой работы. Оформление небрежное, содержащее отклонения от ГОСТов и требованиям к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ. На защите работы студент не демонстрирует знаний материала, у преподавателя нет уверенности в самостоятельном выполнении работы студентом.

Для допуска к экзамену необходимо выполнить на положительные оценки 2 контрольные работы и защитить курсовой проект.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска	
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>
1		РПД актуальна	29.03.2022 протокол № 3	В.К. Орлов	
2		РПД актуальна	26.04.2023 протокол № 2	В.К. Орлов	