

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 07.07.2023 11:45:30  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Радиотехнические средства  
передачи, приема и обработки  
сигналов»



**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

**«ОСНОВЫ РАДИОМОНИТОРИНГА»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.01 «Радиотехника»

по профилю

**«Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, к.т.н., доцент Сергиенко А.Б.

ассистент Литвиненко С.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР

08.11.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФРТ, 22.11.2022, протокол № 5

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	ТОР
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	8
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	40
Лабораторные занятия (академ. часов)	20
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	61
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	119
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ОСНОВЫ РАДИОМОНИТОРИНГА»**

В дисциплине «Основы радиомониторинга» рассматриваются следующие основные вопросы: Задачи радиомониторинга и методы их решения. Пеленгование и местоопределение источников радиоизлучения. Аналого-цифровые радиоприёмные устройства. Вторичная обработка информации об источниках радиоизлучения. Программная реализация элементов обработки сигналов в задачах радиомониторинга. Концепция и реализация подхода программно-определяемого радио (SDR).

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«FUNDAMENTALS OF RADIO SURVEILLANCE»**

In the course "Fundamentals of Radio Surveillance" the following main topics are discussed: Problems of radio surveillance and methods for their solution. Direction finding and location of radio emission sources. Analog-and-digital radio receivers. Secondary processing of information about radio emission sources. Software implementation of signal processing operations in radio surveillance problems. Concept and implementation of software-defined radio (SDR).

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целями изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний в задачах радиомониторинга и формирование практических умений в решении данных задач, а также навыков практической реализации модулей систем первичной и вторичной обработки сигналов.

2. Задачи курса заключаются в приобретении студентами:

- знаний в области вторичной обработки данных об источниках радиоизлучения, программно-аппаратной части систем радиомониторинга;
- умений декомпозиции задач в реализации систем ЦОС;
- навыков реализации программ обработки данных об источниках радиоизлучения.

3. В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести знания:

- о методах пеленгования и местоопределения источников радиоизлучения;
- основ языка программирования C++, модели памяти;
- о характеристиках аналого-цифровых приёмных устройств и способов их измерения;
- об основных характеристиках аппаратных платформ и их видах.

4. В результате освоения дисциплины студенты должны получить умения:

- декомпонировать задачи программной реализации модулей ЦОС;
- производить расчёт характеристик корреляционно-фазового интерферометра.

5. В результате освоения дисциплины студенты должны овладеть навыками:

- реализации программных модулей обработки сигналов на языке C++, а также их отладки;
- выполнения расчёта и измерения характеристик избирательности АЦРП;
- проектирования и реализации модулей ЦОС на ПЛИС.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгебра и геометрия»
2. «Математический анализ»
3. «Информатика»
4. «Теоретические основы электротехники»
5. «Радиотехнические цепи и сигналы»
6. «Теория вероятностей и математическая статистика»
7. «Цифровая обработка сигналов»

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-2	Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов и блоков радиотехнических устройств и систем</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем</i>
СПК-2	Способен рассчитывать параметры и характеристики, применять методы компьютерного моделирования и проектирования радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов
<i>СПК-2.1</i>	<i>Знает принципы работы радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов</i>
<i>СПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить расчеты параметров и характеристик радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов</i>
<i>СПК-2.3</i>	<i>Владеет навыками использования методов компьютерного проектирования и моделирования радиотехнических средств передачи, приема и обработки сигналов</i>

## 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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			
2	Задачи, средства и методы решения задач радиомониторинга	10	5		30
3	Аналого-цифровые радиоприёмные устройства	8	5		30
4	Принципы построения плат цифровой обработки сигналов	8			25
5	Программирование на языке C++	6	5		16
6	Основы проектирования ПЛИС	6	5		18
7	Заключение	1		1	
	Итого, ач	40	20	1	119
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Обзор основных разделов курса.
2	Задачи, средства и методы решения задач радиомониторинга	Современные информационные системы ВЧ диапазона. Основы и проблемы радиомониторинга. Задачи, методы, средства. Пеленгование радиосигналов, корреляционный фазовый интерферометр, ошибки пеленгования. Методы определения местоположения источников радиоизлучения. Агрегация, кластеризация и визуализация информации об источниках радиоизлучения
3	Аналого-цифровые радиоприёмные устройства	Типовые структурные схемы АЦРП. Приемники прямого усиления. Супергетеродинные приемники. Шумовые характеристики, нелинейные искажения, избирательность АЦРП
4	Принципы построения плат цифровой обработки сигналов	История развития плат ЦОС. Интерфейсы АЦП и ЦАП. Схемы тактирования плат ЦОС. Современные аппаратные платформы реализации систем ЦОС
5	Программирование на языке C++	Основы языка C++. Процедурное программирование. Объектно-ориентированное программирование. Стандартная библиотека языка C++. Концепция SDR



<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
6	Основы проектирования ПЛИС	Синтез и симуляция ПЛИС в SystemVerilog, Этапы разработки проектов на ПЛИС, Инструменты проектирования ПЛИС
7	Заключение	Основные направления развития техники радиомониторинга

## **4.2 Перечень лабораторных работ**

<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Исследование модели АЦРП	5
2. Программный модуль ЦОС	5
3. Исследование пеленгаторных антенных систем	5
4. Симуляция работы ПЛИС	5
Итого	20

## **4.3 Перечень практических занятий**

Практические занятия не предусмотрены.

## **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	40
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	20
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, дифференцированному зачету, экзамену	39
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>119</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	Лафоре, Роберт. Объектно-ориентированное программирование в С++ [Текст] : монография / Р.Лафоре; [Пер. с англ. А.Кузнецов и др.], 2003. -921 с.	27
2	Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычислительная техника" / А.Б.Сергиенко, 2002. -603 с.	114
3	Воеводин, Валентин Васильевич. Параллельные вычисления [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин, 2002. -VII, 599 с.	12
4	Рембовский, Анатолий Маркович. Радиомониторинг: задачи, методы, средства [Текст] / А. М. Рембовский, А. В. Ашихмин, В. А. Козьмин ; под ред. д-ра техн. наук А. М. Рембовского, 2019. -640 с.	7
5	Вирт, Никлаус. Алгоритмы и структуры данных [Текст] : монография / Н. Вирт; Пер. с англ. Д.Б.Подшивалова, 1989. -360 с.	191
Дополнительная литература		
1	Айфичер, Эммануил. Цифровая обработка сигналов [Текст] : практ. подход / Э. Айфичер, Б. Джервис, 2004. -989 с.	11
2	Гадзиковский В. И. Методы проектирования цифровых фильтров [Электронный ресурс] / В. И. Гадзиковский, 2012. -416 с.	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Stepik.org, "Программирование на языке С++" <a href="https://stepik.org/course/7">https://stepik.org/course/7</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11316>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Основы радиомониторинга» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

<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 дифф. зачету необходимо выполнить и защитить лабораторные работы и иметь посещаемость лекций должна быть не менее 80%.

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

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Методы пеленгования источников радиоизлучения, достоинства и не-достатки
2	Методы определения местоположения источников радиоизлучения
3	Структурные схемы, нелинейные искажения и избирательность АЦРП
4	Приёмники прямого усиления, супергетеродинные приёмники
5	Устройство АЦП и ЦАП. Интерфейсы
6	Схемы тактирования плат ЦОС
7	Этапы компиляции программ на языке C++. Модель памяти
8	Стандартная библиотека языка C++. SDR
9	Устройство ПЛИС. Преимущества и недостатки ЦОС на ПЛИС
10	Системы контроля версионности кода, GIT. Анализаторы памяти

### Форма билета

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

---

### БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Основы радиомониторинга ФРТ**

1. Методы пеленгования источников радиоизлучения, достоинства и недостатки.

2. Схемы тактирования плат ЦОС.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ТОР 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

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
8	Задачи, средства и методы решения задач радиомониторинга Принципы построения плат цифровой обработки сигналов Программирование на языке С++	Коллоквиум
16	Основы проектирования ПЛИС Аналого-цифровые радиоприёмные устройства	Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск к дифференцированному зачету.

#### на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине "Основы радиомониторинга" студент обязан выполнить 4 лабораторные работы. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, измерений, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждой лабораторной работы предусматривается проведение коллоквиума, на котором осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется *в бригадах до 3 человек*. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.



Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально на коллоквиумах. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на дифф.зачет

#### **самостоятельной работы студентов**

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

## 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, проектор, экран, ПК или ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные стенды — в соответствии с набором лабораторных работ	
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>