

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 14.08.2023 13:42:36
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

«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ»

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. Маркелов О.А.

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	4
Семестр	8
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	51
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	94
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ»

Рассматриваются методы решения основных задач, возникающих при проектировании инфокоммуникационных систем: вопросы защиты информации от несанкционированного использования, установления подлинности сообщений и абонентов, сжатия данных, помехоустойчивого кодирования. Приводятся примеры помехоустойчивых кодов, применяемых в системах связи, обсуждаются алгоритмы кодирования и декодирования, механизмы безопасности информации: системы шифрования данных, управления ключами шифрования, протоколы аутентификации сообщений и абонентов, современные методы сжатия данных.

Изучение теоретических разделов сопровождается проведением цикла лабораторных работ и практических занятий, позволяющих более полно усвоить ряд основных разделов курса.

SUBJECT SUMMARY

«THE INFORMATION AND COMMUNICATION NETWORKS DESIGN»

The course highlights the solutions of the major problems in the communication systems design, such as: the information protection from unauthorized use, the authentication messages and subscribers, data compression and error-correcting coding. Examples of error-correcting codes used in communication systems are presented. The encoding and decoding algorithms, the information security mechanisms are being discussed: data encryption, encryption key management, message authentication protocols and subscribers, modern methods of data compression.

In addition to the theory study a complex of laboratory works and practical exercises is proposed.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины - освоение принципов построения и проектирования инфокоммуникационных систем, структуры систем, построения её отдельных элементов; .

2. Задачи дисциплины:

Формирование знания принципов построения РТС передачи информации.

Формирование умений и навыков проектирования инфокоммуникационных систем.

Формирование умения оценки характеристик радиотехнических систем передачи информации

3. Получение знаний о практически применяемых системах и тенденциях их развития

4. Формирование умения сравнительной оценки различных инфокоммуникационных систем с позиций основных тактических параметров.

5. Освоение навыков анализа таких параметров открытых систем как эффективность, помехозащищенность и безопасность

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический аппарат радиотехники»

2. «Радиотехнические цепи и сигналы»

3. «Статистическая теория радиотехнических систем»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Радиоэлектронные системы и комплексы»

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
ОПК-3	Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
<i>ОПК-3.1</i>	<i>Знает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования</i>
<i>ОПК-3.2</i>	<i>Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований</i>
<i>ОПК-3.3</i>	<i>Владеет навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств</i>
ОПК-6	Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ
<i>ОПК-6.1</i>	<i>Знает современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий</i>
<i>ОПК-6.2</i>	<i>Умеет использовать комплексный подход в своей деятельности, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий</i>
<i>ОПК-6.3</i>	<i>Владеет способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач</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	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2				
2	Обобщенная схема системы передачи информации	4				8
3	Информационные характеристики системы	6				10
4	Симметричные системы шифрования	4		2		8
5	Системы шифрования с открытым ключом	6	2	2		10
6	Аутентификация сообщений и устройств	4	3			8
7	Линейные блочные коды	6	4	4		10
8	Коды BCH	4	1			10
9	Коды Рида-Соломона	4	1			10
10	Сверточные коды	6	4	5		10
11	Кодирование сообщений источника	4	2	4		10
12	Заключение	1			1	
	Итого, ач	51	17	17	1	94
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Информация. Виды информации. Системы передачи информации
2	Обобщенная схема системы передачи информации	Основные блоки системы передачи информации. Модели непрерывных и дискретных каналов
3	Информационные характеристики системы	Энтропия - мера количества информации. Характеристики источника. Скорость передачи и пропускная способность канала
4	Симметричные системы шифрования	Шифрование методами подстановки, перестановки, гаммирования. Примеры
5	Системы шифрования с открытым ключом	Понятие об односторонних функциях. Система RSA
6	Аутентификация сообщений и устройств	Примеры хэш-функций. Электронная подпись. Протоколы аутентификации сообщений и абонентов в системах мобильной связи

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Линейные блоковые коды	Классификация кодов, исправляющих ошибки. Параметры и способы задания линейного кода. Циклические коды. Кодирование и декодирование циклических кодов. Простейшие линейные коды. Код с простой проверкой на четность, код с повторением. Коды Хэмминга
8	Коды BCH	Введение в конечные поля Галуа. Спектры циклических кодов. Этапы декодирования кодов BCH. Пример
9	Коды Рида-Соломона	Особенности декодирования кодов. Исправление пакетов ошибок
10	Сверточные коды	Параметры и способы задания. Принцип декодирования Витерби. Понятие о турбо-кодах
11	Кодирование сообщений источника	Метод статистического кодирования Хаффмана. Словарные методы сжатия. Кодирование с предсказанием
12	Заключение	Перспективные системы передачи информации

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Изучение систем шифрования данных	4
2. Исследование циклических кодов	4
3. Изучение сверточных кодов	5
4. Исследование словарных методов сжатия данных	4
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Обеспечение секретности передачи данных	2
2. Аутентификация сообщений	3
3. Линейные блоковые коды	4
4. Коды BCH и PC	2
5. Сверточные коды	4
6. Кодирование источника сообщений	2
Итого	17

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	24
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	15
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	35
ИТОГО СРС	94

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	Радиосистемы передачи информации : учеб. пособие для вузов по специальности 201600 -"Радиоэлектрон. системы" направления 654200 -"Радиотехника" / В.А. Васин [и др.], 2005. -472 с.	27
2	Петраков, Алексей Васильевич. Защита абонентского телетрафика : монография / А.В.Петраков, В.С.Лагутин, 2001. -499 с. -Текст : непосредственный.	19
3	Телекоммуникационные системы и сети : Учеб. пособие для вузов: В 3 т. / Под ред. В.П.Шувалова. Т. 1 : Современные технологии : учебное пособие / Б.И. Крук, В.Н. Попантопуло, В.П. Шувалов, 2003. -647 с.	24
4	Системы мобильной связи : Учеб. пособие для вузов по специальности 200700 "Радиотехника" / [В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов; Под ред. В.П. Ипатова], 2003. -272 с. -Текст : непосредственный.	47
Дополнительная литература		
1	Ипатов, Валерий Павлович. Основы теории связи : Учеб. пособие / В.П.Ипатов, И.М.Самойлов, А.Н.Смирнов, 1999. -79 с.	164
2	Прокис, Джон. Цифровая связь : монография / Дж. Прокис; Пер. с англ. под ред. Д.Д.Кловского, 2000. -797 с.	19

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Ресурсный центр компьютерной безопасности http://csrc.nist.gov

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=14591>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Радиотехнические системы передачи информации» формой промежуточной аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Экзамен

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 8	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	9-10	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практически навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	11-13	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практически навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	14-15	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практически навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Для допуска к экзамену студент должен выполнить и защитить 6 лабораторных работ и написать на положительные оценки 3 контрольных работы. Экзамен проводится в устной форме по билетам. Каждый билет содержит 2 теоретических вопроса.

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

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Математические модели источников сообщений
2	Количество информации в сообщении
3	Энтропия дискретного источника
4	Префиксные коды. Неравенство Крафта. Средняя длина кодового слова.
5	Код Шеннона — Фано
6	Коды Хаффмена
7	Теорема кодирования для дискретных источников без памяти (неравномерные коды)
8	Теорема кодирования для дискретных источников без памяти (равномерные коды).
9	Теоремы кодирования для канала связи
10	Информационная емкость непрерывных каналов
11	Принципы обнаружения и исправления ошибок
12	Евклидово и Хэммингово расстояние
13	Введение в теорию конечных полей
14	Векторное пространство над конечными полями
15	Коды Хэмминга
16	Коды Рида-Соломона
17	Передаточная функция сверточного кода
18	Алгоритм декодирования Витерби
19	Сверточные коды с выкалыванием
20	Стандарт шифрования данных (DES)

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 Радиотехнические системы передачи информации ФРТ

1. Энтропия дискретного источника
2. Сверточные коды с выкалыванием

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.М. Кутузов

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа № 1

1. В RSA криптосистеме открытым ключом абонента B служит $(31,91)$. Выступая в роли криптоаналитика, определить его секретный ключ
2. В гауссовском канале энергопотенциал составляет $60 \text{ дБ} \times \text{Гц}$. Какова должна быть минимальная полоса сигнала, теоретически гарантирующая возможность передавать данные по каналу со скоростью 1 Мбит/сек ?
3. Источник генерирует двухсимвольные блоки. Первый символ принадлежит двоичному алфавиту, причем вероятность p_1 . Второй символ – троичный, принимающий независимо от первого значения a, b, c , причем p_2 . Закодируйте все слова источника кодом Хаффмена.

Контрольная работа № 2

1. Что можно сказать о существовании двоичного кода длиной 10 со скоростью 0.5 , исправляющий любую однократную и помимо того обнаруживающий любую двукратную ошибку?
2. Дана порождающая матрица двоичного кода.
 - а) Каковы скорость и расстояние этого кода?
 - б) сколько ошибок он исправляет?

в) декодируйте наблюдение $y = (111111)$;

г) декодируйте наблюдение $y = (001001)$.

3. Постройте слово систематического двоичного циклического кода длины 7 с проверочным полиномом , соответствующее информационным битам 101. Постройте каноническую порождающую матрицу кода.

Контрольная работа № 3

1. Сколько ошибок гарантированно исправляет укороченный двоичный БЧХ-код длиной со скоростью 13/25?

2. Сверточный код задан порождающими полиномами .

(а) Какова скорость и длина кодового ограничения кода?

(б) Изобразите схему кодера;

(в) Постройте решетчатую диаграмму и используйте ее для определения свободного расстояния;

(г) Закодируйте поток источника, состоящий из 1000 единиц, и оцените вес кодового слова;

(д) Сколько бит источника окажутся неправильно декодированными, если кодовое слово из всех нулей было перепутано с кодовым словом из пункта (г)? Почему подобный код называется катастрофическим?

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	Обобщенная схема системы передачи информации	
2	Информационные характеристики системы	
3	Симметричные системы шифрования	
4	Системы шифрования с открытым ключом	Коллоквиум
5	Аутентификация сообщений и устройств	Контрольная работа
6	Линейные блоковые коды	
7		
8		
9		Коллоквиум
10	Коды БЧХ	
11	Коды Рида-Соломона	Контрольная работа
12	Сверточные коды	
13	Кодирование сообщений источника	
14		
15		Коллоквиум
16	Кодирование сообщений источника	
17		Контрольная работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий) и выполнение трех контрольных работ, по результатам которого студент получает допуск на экзамен. Каждая контрольная работа состоит из трех задач. **Оценка за контрольную работу** выставляется по четырехбалльной шкале по следующим критериям:

«отлично» – все задачи решены правильно;

«хорошо» – две задачи решены верно, одна задача решена неверно или не решена;

«удовлетворительно» – одна задача решена верно, две задачи решены неверно или не решены;

«неудовлетворительно» – ни одна задача не решена верно.

на лабораторных занятиях

- В процессе обучения по дисциплине «Радиотехнические системы передачи информации» студент обязан выполнить 6 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 2 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума, на которых осуществляется защита выполненных работ. Выполнение работ студентами осуществляется индивидуально. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения лабораторной работы и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. 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 практических (семинарских) занятиях

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

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на

практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

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

Экзаменационные билеты содержат по 2 вопроса из различных разделов курса. Ответы на билет оцениваются по четырехбалльной шкале и выставляется по следующим критериям:

«отлично» - на вопросы билета даны исчерпывающие ответы, «хорошо» - вопросы раскрыты не полностью, «удовлетворительно» - ответы в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки;

«неудовлетворительно» - отсутствуют ответы на вопросы или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом.

Общая итоговая оценка по дисциплине состоит из результатов текущего контроля (критерии показаны в п. 6.1), которые составляют 50% этой оценки, и оценки на экзамене, которая составляет 50% итоговой оценки.

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	
Лабораторные работы	Компьютерный класс	Количество посадочных мест с ПК – в соответствии с контингентом. Рабочее место преподавателя.	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Matlab R2013a и выше
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

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА
1		РПД актуальна	29.03.2022 протокол № 3	В.К. Орлов	
2		РПД актуальна	26.06.2023 протокол №2	В.К. Орлов	