

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Сетей связи и передачи данных _____
(полное наименование кафедры)



Регистрационный №_24.05/366-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Помехоустойчивое кодирование в сетях шестого поколения (6G)
(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

09.03.01 Информатика и вычислительная техника
(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр
(квалификация)

Искусственный интеллект в сетях шестого поколения (6G) со
сверхвысокой плотностью
(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма, заочная форма
(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «09.03.01 Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 929, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Помехоустойчивое кодирование в сетях шестого поколения (6G)» является:

Изучение математических основ, являющихся базисом практически всех, как простых, так и сложных, помехоустойчивых кодов, применяемых в реальных инфокоммуникационных системах сетей связи 6 поколения (6G). Изучение основных помехоустойчивых кодов с прямой коррекцией ошибок, используемых в современных инфокоммуникационных системах сетей связи 6G. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить самостоятельный анализ эффективного применения систем с прямой коррекцией ошибок на практике.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

Ознакомить студентов с математическим аппаратом теории помехоустойчивого кодирования. Рассмотреть принципы исправления и обнаружения ошибок различными помехоустойчивыми кодами. Рассмотреть основные модели каналов передачи, используемые для анализа систем с помехоустойчивым кодированием. Ознакомить студентов с основными кодами, обнаруживающими ошибки и кодами с прямой коррекцией ошибок, применяемыми в современных системах передачи данных сетей связи 6G.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Помехоустойчивое кодирование в сетях шестого поколения (6G)» Б1.В.07 является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «09.03.01 Информатика и вычислительная техника». Изучение дисциплины «Помехоустойчивое кодирование в сетях шестого поколения (6G)» опирается на знания дисциплин(ы) «Высшая математика»; «Информатика».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

| № п/п | Код компетенции | Наименование компетенции |
|-------|-----------------|--|
| 1 | ОПК-2 | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности |
| 2 | ПК-2 | Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности |
| 3 | ПК-12 | Способен осуществлять администрирование процесса управления безопасностью сетевых устройств и программного обеспечения. Способен проводить регламентные работы на сетевых устройствах и программном обеспечении инфокоммуникационной системы |

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

| | |
|---------|--|
| ОПК-2.1 | Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-2.2 | Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-2.3 | Владеть: навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности |
| ПК-2.1 | Знать: аппаратно-программные средства в составе информационных и автоматизированных систем |
| ПК-2.2 | Уметь: сопрягать аппаратно-программные средства для комплексов обработки информации и управления |
| ПК-2.3 | Владеть: методами оценки качества проектного решения при управлении инфокоммуникационными системами |
| ПК-2.4 | Знать: структуру организации облачных вычислений в системах обработки и хранения данных |
| ПК-2.5 | Уметь: анализировать протоколы взаимодействия и управления в пакетных сетях |
| ПК-2.6 | Владеть: навыками составления отчетов о проделанной работе, навыками графического представления программного обеспечения с помощью диаграмм UML |
| ПК-12.1 | Знать: понятие информации и основные функции информационных систем, виды атак на сетевые устройства и способы их предотвращения |
| ПК-12.2 | Уметь: разрабатывать аппаратные и программные схемы систем защиты информации |
| ПК-12.3 | Владеть: навыками определения степени защищённости локальных беспроводных сетей передачи данных |

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры |
|---|-------|-------------|----------|
| | | | 4 |
| Общая трудоемкость | 4 ЗЕТ | 144 | 144 |
| Контактная работа с обучающимися | | 52.35 | 52.35 |
| в том числе: | | | |
| Лекции | | 20 | 20 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 16 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 14 | 14 |
| Защита контрольной работы | | | - |
| Защита курсовой работы | | | - |
| Защита курсового проекта | | | - |
| Промежуточная аттестация | | 2.35 | 2.35 |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРС) | | 58 | 58 |
| в том числе: | | | |
| Курсовая работа | | | - |
| Курсовой проект | | | - |

| | | |
|---|-------|---------|
| И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала | 58 | 58 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 33.65 | 33.65 |
| Вид промежуточной аттестации | | Экзамен |

Заочная форма обучения

Таблица 4

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры | | |
|---|-------|-------------|----------|----|---------|
| | | | ус5 | 5 | 6 |
| Общая трудоемкость | 4 ЗЕТ | 144 | 6 | 68 | 70 |
| Контактная работа с обучающимися | | 10.65 | 6 | 2 | 2.65 |
| в том числе: | | | | | |
| Лекции | | 4 | 4 | - | - |
| Практические занятия (ПЗ) | | 2 | - | 2 | - |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 2 | 2 | - | - |
| Защита контрольной работы | | 0.3 | - | - | 0.3 |
| Защита курсовой работы | | | - | - | - |
| Защита курсового проекта | | | - | - | - |
| Промежуточная аттестация | | 2.35 | - | - | 2.35 |
| Самостоятельная работа обучающихся (СРС) | | 124.35 | - | 66 | 58.35 |
| в том числе: | | | | | |
| Курсовая работа | | | - | - | - |
| Курсовой проект | | | - | - | - |
| И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала | | 124.35 | - | 66 | 58.35 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | | 9 | - | - | 9 |
| Вид промежуточной аттестации | | | - | - | Экзамен |

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 5

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | № семестра | | |
|-------|---------------------------------|--------------------|------------|--------------|---------|
| | | | очная | очно-заочная | заочная |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|--|---|---|--|---|
| 1 | Раздел 1. Помехоустойчивое кодирование в современных инфокоммуникационных системах сетей связи 6 поколения (6G) | Цели и задачи дисциплины. Содержание и общая характеристика дисциплины, ее связь с другими дисциплинами. Структурная схема современной цифровой инфокоммуникационной системы сетей связи 6 поколения (6G) и место в ней помехоустойчивого кодирования. Критерии оценки эффективности цифровой инфокоммуникационной системы. Подходы к повышению эффективности инфокоммуникационных систем сетей связи 6 поколения (6G). Базовый математический аппарат теории помехоустойчивого кодирования. Программное обеспечение, используемое при изучении и анализе систем помехоустойчивого кодирования. | 4 | | 5 |
| 2 | Раздел 2. Дискретные каналы и модели ошибок. Показатели эффективности помехоустойчивого кодирования | Ошибки в каналах связи и причины их возникновения. Модели дискретных и аналоговых каналов. Модели двоичных каналов. Модели троичных каналов. Модели каналов с памятью. Канал АБГШ. Показатели эффективности помехоустойчивого кодирования. Принципы организации обратной связи в цифровой инфокоммуникационной системе сетей связи 6 поколения (6G). | 4 | | 5 |
| 3 | Раздел 3. Математика полей Галуа | Понятие группы, кольца и поля. Построение полей Галуа. Основные операции над элементами поля. Алгоритмы для проведения расчетов в полях Галуа и их программная и аппаратная реализация. Программное обеспечение для проведения расчетов в полях Галуа. | 4 | | 5 |
| 4 | Раздел 4. Обнаружение и исправление ошибок помехоустойчивыми кодами | Общие принципы обнаружения и исправления ошибок помехоустойчивыми кодами. Минимальное кодовое расстояние. Оценка корректирующих способностей кода. Классификация помехоустойчивых кодов. Коды с проверкой на четность и их характеристика. Принцип обнаружения ошибок в протоколах сети связи 6 поколения (6G). | 4 | | 5 |
| 5 | Раздел 5. Простые блочные коды с прямой коррекцией ошибок | Классические коды Хэмминга, построение, их свойства. Корректирующие способности. Схемная реализация кодирующего и декодирующего устройств кода Хэмминга. Расширенные коды Хэмминга. | 4 | | 5 |
| 6 | Раздел 6. Системы с помехоустойчивыми циклическими кодами с прямой коррекцией ошибок | Циклические коды, исправляющие однократные ошибки. Свойства циклических кодов. Кодирование несистематических и систематических циклических кодов. Методы декодирования циклических кодов, исправляющих однократные и многократные ошибки. Особенности схемной реализации кодирующих и декодирующих устройств. | 4 | | 6 |
| 7 | Раздел 7. Циклические коды БЧХ, исправляющие многократные ошибки | Построение кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема. Общий алгоритм синдромного декодирования кодов БЧХ. Алгоритм Питерсона-Горенштейна-Цирлера. Алгоритм Евклида. Алгоритм Берлекемпа-Мессис. Метод Ченя. | 4 | | 6 |
| 8 | Раздел 8. Недвоичные коды Рида-Соломона | Построение недвоичных циклических кодов Рида-Соломона. Общий алгоритм синдромного декодирования кодов РС. Использование алгоритмов ПГЦ, Евклида и БМ для декодирования кодов РС. Алгоритм Форни. | 4 | | 6 |

| | | | | | |
|----|-------------------------------------|---|---|--|---|
| 9 | Раздел 9. Сверточное кодирование | Сверточное кодирование. Свойства сверточных кодов. Принципы построения кодера сверточного кода. Формы представления сверточных кодов. Корректирующие способности. Алгоритм декодирования Витерби. | 4 | | 6 |
| 10 | Раздел 10. Каскадные коды | Каскадные коды. Принципы построения каскадных кодов. Корректирующие способности каскадных кодов. | 4 | | 6 |

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 6

| № п/п | Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин |
|-------|---|
| 1 | Протоколы на основе сетевого кодирования для сетей связи шестого поколения (6G) |
| 2 | Технологии связи в сетях шестого поколения (6G) |

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 7

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лек-ции | Практ. занятия | Лаб. занятия | Семи-нары | СРС | Всего часов |
|--------|--|---------|----------------|--------------|-----------|-----|-------------|
| 1 | Раздел 1. Помехоустойчивое кодирование в современных инфокоммуникационных системах сетей связи 6 поколения (6G) | 2 | 2 | 2 | | 4 | 10 |
| 2 | Раздел 2. Дискретные каналы и модели ошибок. Показатели эффективности помехоустойчивого кодирования | 2 | | 2 | | 6 | 10 |
| 3 | Раздел 3. Математика полей Галуа | 2 | 2 | 2 | | 6 | 12 |
| 4 | Раздел 4. Обнаружение и исправление ошибок помехоустойчивыми кодами | 2 | 2 | | | 6 | 10 |
| 5 | Раздел 5. Простые блочные коды с прямой коррекцией ошибок | 2 | 2 | 2 | | 6 | 12 |
| 6 | Раздел 6. Системы с помехоустойчивыми циклическими кодами с прямой коррекцией ошибок | 2 | 2 | 2 | | 6 | 12 |
| 7 | Раздел 7. Циклические коды БЧХ, исправляющие многократные ошибки | 2 | 2 | 2 | | 6 | 12 |
| 8 | Раздел 8. Недвоичные коды Рида-Соломона | 2 | 2 | 2 | | 6 | 12 |
| 9 | Раздел 9. Сверточное кодирование | 2 | 2 | | | 6 | 10 |
| 10 | Раздел 10. Каскадные коды | 2 | | | | 6 | 8 |
| Итого: | | 20 | 16 | 14 | - | 58 | 108 |

Заочная форма обучения

Таблица 8

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Практ. занятия | Лаб. занятия | Семинары | СРС | Всего часов |
|--------|--|--------|----------------|--------------|----------|--------|-------------|
| 1 | Раздел 1. Помехоустойчивое кодирование в современных инфокоммуникационных системах сетей связи 6 поколения (6G) | 2 | | | | 12 | 14 |
| 2 | Раздел 2. Дискретные каналы и модели ошибок. Показатели эффективности помехоустойчивого кодирования | | | | | 12 | 12 |
| 3 | Раздел 3. Математика полей Галуа | | | | | 14 | 14 |
| 4 | Раздел 4. Обнаружение и исправление ошибок помехоустойчивыми кодами | | | | | 14 | 14 |
| 5 | Раздел 5. Простые блочные коды с прямой коррекцией ошибок | 2 | 2 | 2 | | 14 | 20 |
| 6 | Раздел 6. Системы с помехоустойчивыми циклическими кодами с прямой коррекцией ошибок | | | | | 12 | 12 |
| 7 | Раздел 7. Циклические коды БЧХ, исправляющие многократные ошибки | | | | | 12 | 12 |
| 8 | Раздел 8. Недвоичные коды Рида-Соломона | | | | | 12 | 12 |
| 9 | Раздел 9. Сверточное кодирование | | | | | 12 | 12 |
| 10 | Раздел 10. Каскадные коды | | | | | 10.35 | 10.35 |
| Итого: | | 4 | 2 | 2 | - | 124.35 | 132.35 |

6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 9

| № п/п | Номер раздела | Тема лекции | Всего часов |
|-------|---------------|---|-------------|
| 1 | 1 | Помехоустойчивое кодирование в современных инфокоммуникационных системах сетей связи 6 поколения (6G) | 2 |
| 2 | 2 | Дискретные каналы и модели ошибок. Показатели эффективности помехоустойчивого кодирования | 2 |
| 3 | 3 | Математика полей Галуа | 2 |
| 4 | 4 | Обнаружение и исправление ошибок помехоустойчивыми кодами | 2 |
| 5 | 5 | Простые блочные коды с прямой коррекцией ошибок | 2 |
| 6 | 6 | Системы с помехоустойчивыми циклическими кодами с прямой коррекцией ошибок | 2 |
| 7 | 7 | Циклические коды БЧХ, исправляющие многократные ошибки | 2 |
| 8 | 8 | Недвоичные коды Рида-Соломона | 2 |

| | | | |
|--------|----|------------------------|----|
| 9 | 9 | Сверточное кодирование | 2 |
| 10 | 10 | Каскадные коды | 2 |
| Итого: | | | 20 |

Заочная форма обучения

Таблица 10

| № п/п | Номер раздела | Тема лекции | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 1 | Помехоустойчивое кодирование в современных инфокоммуникационных системах сетей связи 6 поколения (6G) | 2 |
| 2 | 5 | Простые блочные коды с прямой коррекцией ошибок | 2 |
| Итого: | | | 4 |

7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 11

| № п/п | Номер раздела | Наименование лабораторной работы | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 1 | Основы работы с системой компьютерной алгебры Octave | 2 |
| 2 | 2 | Исследование моделей каналов в системе Octave | 2 |
| 3 | 3 | Вычисления в полях Галуа с использованием системы Octave | 2 |
| 4 | 5 | Моделирование кода Хэмминга с использованием системы Octave | 2 |
| 5 | 6 | Моделирование циклических кодов с использованием системы Octave | 2 |
| 6 | 7 | Моделирование кодов БЧХ с использованием системы Octave | 2 |
| 7 | 8 | Моделирование кодов Рида-Соломона в системе Octave | 2 |
| Итого: | | | 14 |

Заочная форма обучения

Таблица 12

| № п/п | Номер раздела | Наименование лабораторной работы | Всего часов |
|--------|---------------|---|-------------|
| 1 | 5 | Моделирование кода Хэмминга с использованием системы Octave | 2 |
| Итого: | | | 2 |

8. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 13

| № п/п | Номер раздела | Тема занятия | Всего часов |
|--------|---------------|--|-------------|
| 1 | 1 | Математические основы теории кодирования | 2 |
| 2 | 3 | Двоичные поля Галуа | 2 |
| 3 | 4 | Коды с обнаружением ошибок | 2 |
| 4 | 5 | Код Хэмминга | 2 |
| 5 | 6 | Циклические коды | 2 |
| 6 | 7 | Коды БЧХ | 2 |
| 7 | 8 | Коды Рида-Соломона | 2 |
| 8 | 9 | Сверточные коды | 2 |
| Итого: | | | 16 |

Заочная форма обучения

Таблица 14

| № п/п | Номер раздела | Тема занятия | Всего часов |
|--------|---------------|--------------|-------------|
| 1 | 5 | Код Хэмминга | 2 |
| Итого: | | | 2 |

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом не предусмотрено

10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 15

| № п/п | Номер раздела | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля | Всего часов |
|--------|---------------|---|----------------|-------------|
| 1 | 1 | Помехоустойчивое кодирование в современных инфокоммуникационных системах сетей связи 6 поколения (6G) | опрос, тест | 4 |
| 2 | 2 | Дискретные каналы и модели ошибок. Показатели эффективности помехоустойчивого кодирования | опрос, тест | 6 |
| 3 | 3 | Математика полей Галуа | опрос, тест | 6 |
| 4 | 4 | Обнаружение и исправление ошибок помехоустойчивыми кодами | опрос, тест | 6 |
| 5 | 5 | Простые блочные коды с прямой коррекцией ошибок | опрос, тест | 6 |
| 6 | 6 | Системы с помехоустойчивыми циклическими кодами с прямой коррекцией ошибок | опрос, тест | 6 |
| 7 | 7 | Циклические коды БЧХ, исправляющие многократные ошибки | опрос, тест | 6 |
| 8 | 8 | Недвоичные коды Рида-Соломона | опрос, тест | 6 |
| 9 | 9 | Сверточное кодирование | опрос, тест | 6 |
| 10 | 10 | Каскадные коды | опрос, тест | 6 |
| Итого: | | | | 58 |

Заочная форма обучения

Таблица 16

| № п/п | Номер раздела | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля | Всего часов |
|-------|---------------|---|----------------|-------------|
| 1 | 1 | Помехоустойчивое кодирование в современных инфокоммуникационных системах сетей связи 6 поколения (6G) | опрос, тест | 12 |
| 2 | 2 | Дискретные каналы и модели ошибок. Показатели эффективности помехоустойчивого кодирования | опрос, тест | 12 |
| 3 | 3 | Математика полей Галуа | опрос, тест | 14 |
| 4 | 4 | Обнаружение и исправление ошибок помехоустойчивыми кодами | опрос, тест | 14 |

| | | | | |
|--------|----|--|-------------|--------|
| 5 | 5 | Простые блочные коды с прямой коррекцией ошибок | опрос, тест | 14 |
| 6 | 6 | Системы с помехоустойчивыми циклическими кодами с прямой коррекцией ошибок | опрос, тест | 12 |
| 7 | 7 | Циклические коды БЧХ, исправляющие многократные ошибки | опрос, тест | 12 |
| 8 | 8 | Недвоичные коды Рида-Соломона | опрос, тест | 12 |
| 9 | 9 | Сверточное кодирование | опрос, тест | 12 |
| 10 | 10 | Каскадные коды | опрос, тест | 10.35 |
| Итого: | | | | 124.35 |

11. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета «Положение о фонде оценочных средств» и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

13.1. Основная литература:

1. Когновицкий, Олег Станиславович. Теория помехоустойчивого кодирования : учебное пособие / О. С. Когновицкий, В. М. Охорзин, И. А. Небаев ; рец.: И. А. Примакин, Б. И. Бабич ; Федеральное агентство связи, С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ. Ч. 2 : Сверточные коды. Турбокоды. - 2015. - 64 с. : ил., табл. - 343.89 р.
2. Владимиров, Сергей Сергеевич.
Математические основы теории помехоустойчивого кодирования : [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. С. Владимиров ; рец. А. А. Березкин ; Федер. агентство связи, С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2016. - 94 с. : ил. - ISBN 978-5-89160-131-4 : 590.03 р.
3. Когновицкий, Олег Станиславович. Теория помехоустойчивого кодирования : учебное пособие / О. С. Когновицкий, В. М. Охорзин ; рец.: Н. В. Савищенко, С. С. Владимиров ; Федеральное агентство связи, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ. Ч. 3 : Циклические коды как рекуррентные последовательности. Коды с малой плотностью проверки на четность. - 2017. - 93 с. : ил., табл. - 550.29 р.

13.2. Дополнительная литература:

1. Варгаузин, В. А.
Методы повышения энергетической и спектральной эффективности цифровой радиосвязи : учеб. пособие для вузов / В. А. Варгаузин, И. А. Цикин ; рец.: О. С. Когновицкий, Ю. С. Шинаков. - СПб. : БХВ-Петербург, 2013. - 351 с. : ил. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 339-340. - Предм. указ.: с. 341-347. - ISBN 978-5-9775-0878-0 (в пер.) : 389.00 р. - Текст : непосредственный.
2. Когновицкий, Олег Станиславович. Теория помехоустойчивого кодирования : учебное пособие / О. С. Когновицкий, В. М. Охорзин ; рец.: В. И. Комашинский, А. А. Березкин ; Федеральное агентство связи, С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ. Ч. 1 : Циклические коды. - 2013. - 94 с. : ил. - 178.32 р.
3. Владимиров, Сергей Сергеевич.
Практика помехоустойчивого кодирования. Циклические коды : [Электронный ресурс] : практикум / С. С. Владимиров, О. С. Когновицкий ; рец. А. Н. Глухов ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2019. - 43 с. : ил. - 567.95 р.
4. Охорзин, Виктор Михайлович.
Математические основы помехоустойчивого кодирования. Методика расчета весовых спектров совершенных кодов и кодов с максимально достижимым

расстоянием : [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Охорзин ; рец.: Б. И. Бабич, О. С. Когновицкий ; Федер. агентство связи, С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2020. - 36 с. : ил. - 221.26 р.

5. Владимиров, Сергей Сергеевич.

Теория и практика помехоустойчивого кодирования. Моделирование в системе GNU/Octave : [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / С. С. Владимиров ; рец. О. С. Когновицкий ; Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ, 2021. - 64 с. - (дата обращения: 22.10.2021) . - Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет, свободный доступ из локальной сети. - 986.84 р.

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети интернет из указанного перечня являются рекомендуемыми дополнительными (вспомогательными) источниками официальной информации, размещенной на легальных основаниях с открытым доступом. За полноту содержания и качество работы сайтов несет ответственность правообладатель.

Таблица 17

| Наименование ресурса | Адрес |
|--|--|
| СПбГУТ | sut.ru |
| Электронная библиотека НТБ СПбГУТ | lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut/index.php |
| Материал о кафедре "Сетей связи и передачи данных" на официальном сайте СПбГУТ | www.sut.ru/education/fakulteti-i-instituti/ikss/setey-svyazey-i-peredachi-dannih-ss-i-pd |

15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

15.3. Дополнительные источники

16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

16.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Помехоустойчивое кодирование в сетях шестого поколения (6G)» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить пробелы в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

16.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над

конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

16.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

16.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание обучающегося на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер, и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не

сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждение понимания его высказывания или вопроса;

- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

16.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 18

| № п/п | Наименование специализированных аудиторий и лабораторий | Наименование оборудования |
|-------|---|---|
| 1 | Лекционная аудитория | Аудио-видео комплекс |
| 2 | Аудитории для проведения групповых и практических занятий | Аудио-видео комплекс |
| 3 | Компьютерный класс | Персональные компьютеры |
| 4 | Аудитория для курсового и дипломного проектирования | Персональные компьютеры |
| 5 | Аудитория для самостоятельной работы | Компьютерная техника |
| 6 | Читальный зал | Персональные компьютеры |
| 7 | Лаборатория автоматизированных систем обработки информации и управления | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |
| 8 | Лаборатория систем абонентского доступа и интернет технологий | Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы |