

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИКНК  
\_\_\_\_\_ Д.П. Зегжда  
«17» июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Телекоммуникационные технологии»**

Разработчик	Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем
Направление (специальность) подготовки	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Наименование ООП	09.03.01_01 Разработка компьютерных систем
Квалификация (степень) выпускника	<b>бакалавр</b>
Образовательный стандарт	<b>СУОС</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>

СОГЛАСОВАНО	Соответствует СУОС
Руководитель ОП	Утверждена протоколом заседания
_____ Р.В. Цветков	высшей школы "ВШКТиИС" от «26» марта 2024 г. № 1

РПД разработали:

Доцент, к.т.н., доц. В.А. Сушников  
Доцент, к.т.н. Н.В. Богач

# **1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины**

## **Цели освоения дисциплины**

1. обучение студентов современным телекоммуникационным технологиям .
2. получение студентами знаний в области организации связи между объектами автоматизированных систем обработки информации

## **Результаты обучения выпускника**

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ОПК-2	<b>Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности</b>
ИД-4 ОПК-2	Разрабатывает основные узлы сетей передачи информации, используя современные инструментальные средства и технологии программирования

## **Планируемые результаты изучения дисциплины**

### **знания:**

- теоретические основы технологии модуляции и кодирования в каналах связи; методы математического описания сигналов и узлов в каналах связи; теоретические основы частотно-временного анализа сигналов в телекоммуникационных системах; теоретические основы помехоустойчивого кодирования в каналах связи

### **умения:**

- применять технологии модуляции и кодирования в каналах связи в соответствии с техническими требованиями к телекоммуникационной системе; создавать математические модели сигналов и узлов в каналах связи; применять технологии частотно-временного анализа в каналах связи в соответствии с техническими требованиями к телекоммуникационной системе; производить вычисления кодовых последовательностей, обладающих помехоустойчивыми свойствами

### **навыки:**

- специальными средствами математического моделирования для модуляции и кодирования в каналах связи; работа со специальными средствами математического моделирования каналов связи; работа со специальными библиотеками частотно-временного анализа

сигналов в телекоммуникационных системах; работа с программными библиотеками обработки и анализа сигналов в телекоммуникационных системах

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

В учебном плане дисциплина «Телекоммуникационные технологии» относится к модулю «Модуль цифровых компетенций».

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Введение в профессиональную деятельность

### **3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации**

#### **3.1. Виды учебной работы**

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	16
Лабораторные занятия	30
Самостоятельная работа	56
Промежуточная аттестация (экзамен)	0
Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)	6
<b>Общая трудоемкость освоения дисциплины</b>	108, ач
	3, зет

#### **3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации**

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
<b>Текущий контроль</b>	
Контрольные, шт.	1
<b>Промежуточная аттестация</b>	
Зачеты с оценкой, шт.	1

### **4. Содержание и результаты обучения**

#### **4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы**

№ раздела	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Очная форма		
		Лек, ач	Лаб, ач	СР, ач
1.	Основные понятия и термины в телекоммуникациях и компьютерных сетях			
1.1.	Базовые понятия дисциплины	1	2	4

1.2.	Взаимодействие открытых систем	1	2	4
2.	Каналы связи, физический уровень в телекоммуникациях			
2.1.	Модель канала связи. Преобразование сигналов в каналах связи	1	2	4
2.2.	Аналоговая и цифровая модуляция	1	2	4
2.3.	Кодирование информации при передаче в линию	1	2	2
2.4.	Оптическая передача сигналов	1	2	4
2.5.	Беспроводная передача сигналов	1	2	4
2.6.	Разделение среды передачи	1	2	4
3.	Технологии локальных компьютерных сетей			
3.1.	Локальные компьютерные сети	1	2	4
4.	Организация глобальных сетей			
4.1.	Глобальные сети с коммутацией пакетов	1	2	4
5.	Беспроводные сети			
5.1.	Локальные беспроводные сети	1	2	2
5.2.	Персональные беспроводные сети	1	2	4
5.3.	Сотовые сети	2	2	4
5.4.	Спутниковые сети	2	4	4
<b>Итого по видам учебной работы:</b>		16	30	56
Зачеты с оценкой, ач				2
<b>Часы на контроль, ач</b>				0
<b>Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)</b>				6
<b>Общая трудоёмкость освоения: ач / зет</b>				108 / 3

## **4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины**

<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
<b>1. Основные понятия и термины в телекоммуникациях и компьютерных сетях</b>	
<b>1.1. Базовые понятия дисциплины</b>	<p>Предмет телекоммуникаций. История телекоммуникационных технологий. Виды сервисов и трафика. Классификация телекоммуникационных технологий и информационно-вычислительных сетей.</p> <p>Роль стандартов в телекоммуникациях, их разработка и принятие. IEEE, ANSI, ISO, ITU-T и ETSI. Понятие телекоммуникаций, видов сервисов, роль стандартов</p>
<b>1.2. Взаимодействие открытых систем</b>	<p>Взаимодействие открытых систем. Стеки протоколов. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO-OSI. Уровни модели OSI, их задачи, примеры протоколов. Стек протоколов ISO.</p> <p>Понятие о передаче сигналов по кабельным линиям. Передача информации с помощью электрических сигналов, объем и скорость передаваемой информации, зависимость скорости передачи информации от характеристик канала связи. Понятие о методах и технологиях модуляции. Спектр модулированного сигнала, сигнальное созвездие. Методы модуляции в системах связи; основные типы модемов. Теорема о модуляции.</p>
<b>2. Каналы связи, физический уровень в телекоммуникациях</b>	
<b>2.1. Модель канала связи. Преобразование сигналов в каналах связи</b>	<p>Понятие о передаче сигналов по кабельным линиям. Передача информации с помощью электрических сигналов, объем и скорость передаваемой информации, зависимость скорости передачи информации от характеристик канала связи.</p> <p>Понятие о методах и технологиях модуляции. Спектр модулированного сигнала, сигнальное созвездие. Методы модуляции в системах связи; основные типы модемов. Теорема о модуляции.</p> <p>Глобальные и локальные сети; особенности современных сетевых архитектур;</p>

<b>2.2. Аналоговая и цифровая модуляция</b>	<p>Понятие преобразования сообщений в сигналы, виды сигналов.</p> <p>Параметры электрических сигналов: мощность, длительность, спектр, фаза, амплитуда. Понятие канала связи, модель канала, ее компоненты - аналого-цифровой преобразователь, кодер, модулятор.</p> <p>Умение вычислять и интерпретировать частотно-временные характеристики сигналов</p>
<b>2.3. Кодирование информации при передаче в линию</b>	<p>Понятие о передаче сигналов по кабельным линиям.</p> <p>Передача информации с помощью электрических сигналов, объем и скорость передаваемой информации, зависимость скорости передачи информации от характеристик канала связи.</p> <p>Понятие о методах и технологиях модуляции. Спектр модулированного сигнала, сигнальное созвездие.</p> <p>Методы модуляции в системах связи; основные типы модемов.</p> <p>Теорема о модуляции.</p>
<b>2.4. Оптическая передача сигналов</b>	<p>Однотональная амплитудная модуляция/демодуляция.</p> <p>Многотональная модуляция. Виды АМ.</p> <p>Балансная и однополосная АМ. Модуляция сигналов. Теорема о модуляции.</p> <p>Частотная, фазовая модуляция.</p>
<b>2.5. Беспроводная передача сигналов</b>	<p>Место локальных компьютерных сетей в семиуровневой модели ISO. Методы доступа к среде. Топологии сетей. Канальные среды локальных сетей. Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий (CSMA/CD). Семейство технологий Ethernet. Стандарты IEEE. Методика определения работоспособности сети Ethernet. Форматы кадров Ethernet.</p>
<b>2.6. Разделение среды передачи</b>	<p>Место локальных компьютерных сетей в семиуровневой модели ISO. Методы доступа к среде. Топологии сетей. Канальные среды локальных сетей. Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий (CSMA/CD).</p> <p>Понятие особенностей построения и функционирования сетей на выделенных каналах</p>
<b>3. Технологии локальных компьютерных сетей</b>	
<b>3.1. Локальные компьютерные сети</b>	<p>Понятие об особенностях локальных сетей, их параметрах, существующих стандартах и технологиях.</p> <p>Умение выполнить расчет характеристик прохождения сигнала и пакета по сети, проектирование сетевой топологии, обоснованный выбор активного сетевого оборудования, настройку VLAN</p>
<b>4. Организация глобальных сетей</b>	

<b>4.1. Глобальные сети с коммутацией пакетов</b>	<p>Понятие об особенностях локальных сетей, их параметрах, существующих стандартах и технологиях. Умение выполнить расчет характеристик прохождения сигнала и пакета по сети, проектирование сетевой топологии, обоснованный выбор активного сетевого оборудования, настройку VLAN</p> <p>Сети X.25: область применения, стек протоколов, формат кадров, адресация.</p> <p>Сети Frame Relay: область применения, стек протоколов, формат кадров, адресация, обеспечение качества обслуживания.</p>
<b>5. Беспроводные сети</b>	
<b>5.1. Локальные беспроводные сети</b>	<p>Особенности радиосвязи точка-точка. Радиомодемы.</p> <p>Радиорелайные сети. Беспроводные технологии в локальных сетях. Сети WiFi, стандарты IEEE 802.11 a,b,g,n, ac</p> <p>Пикосотовые сети, персональные беспроводные сети PAN.</p> <p>Технологии Bluetooth и ZigBee. Стандарт 802.15.</p>
<b>5.2. Персональные беспроводные сети</b>	<p>Беспроводные технологии в локальных сетях.</p> <p>Пикосотовые сети, персональные беспроводные сети PAN.</p> <p>Технологии Bluetooth и ZigBee. Стандарт 802.15.</p>
<b>5.3. Сотовые сети</b>	<p>Технологии сотовой связи. Стандарт 802.15. Сотовая мобильная телефония первого поколения 1G: AMPS, NMT, PTT. Сотовая мобильная телефония поколений 2G, 2.5G.</p> <p>Технологии DAMPS, CDMA, GSM. Передача данных в сотовых сетях, технологии HSCSD, GPRS и EDGE.</p> <p>Сотовая мобильная связь новых поколений – 3G, 4G, 5G.</p> <p>Технологии CDMA 2000, UMTS, DECT, UMB.</p>
<b>5.4. Спутниковые сети</b>	<p>Спутниковые технологии. Виды и типы орбит и спутников: LEO, MEO, GEO.</p> <p>Спутниковая телефония, спутниковое радио- и телевещание.</p> <p>Технологии доступа в глобальные сети через спутники.</p> <p>Спутниковая навигация: GPS и ГЛОНАСС.</p>

## 5. Образовательные технологии

1. традиционные технологии (лекции в сочетании с практическими занятиями, семинарами и с лабораторными работами, самостоятельное изучение определённых разделов)
2. Лабораторные работы и современные технологии (работа в команде, case-study, деловые игры, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение, опережающая самостоятельная работа)

## **6. Лабораторный практикум**

№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	Частотно-временная визуализация сигналов. Основы работы в пакете MatLab.	4
2.	Спектры простых сигналов	4
3.	Линейная фильтрация. Стационарные системы	4
4.	Амплитудная модуляция	4
5.	Частотная модуляция	4
6.	Фазовая модуляция	4
7.	Цифровая модуляция	6
<b>Итого часов</b>		<b>30</b>

## **7. Практические занятия**

Не предусмотрено

## **8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоемкость, ач
	Очная форма
<b>Текущая СР</b>	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	8
самостоятельное изучение разделов дисциплины	12
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	10
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	2
<b>Итого текущей СР:</b>	52
<b>Творческая проблемно-ориентированная СР</b>	
выполнение расчётно-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
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	0
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	0
<b>Итого творческой СР:</b>	0
<b>Общая трудоемкость СР:</b>	56

## 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 9.1. Адрес сайта курса

<https://webmaster.yandex.ru/>

## **9.2. Рекомендуемая литература**

### **Основная литература**

<b>№</b>	<b>Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания</b>	<b>Год изд.</b>	<b>Источник</b>
1	Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: М. [и др.]: Питер, 2012.	2012	ИБК СПбПУ
2	Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: СПб.: Питер, 2003. URL: <a href="http://www.piter.com">http://www.piter.com</a>	2003	ИБК СПбПУ

### **Дополнительная литература**

<b>№</b>	<b>Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания</b>	<b>Год изд.</b>	<b>Источник</b>
1	Оппенгейм Э. Применение цифровой обработки сигналов: Москва: Мир, 1980.	1980	ИБК СПбПУ
2	Щербинина Е.А., Цикин И.А. Алгоритмы обработки сигналов глобальных спутниковых навигационных систем при пространственной ориентации на основе малоэлементных антенных решеток, 2017. URL: <a href="http://elib.spbstu.ru/dl/2/r17-80.pdf">http://elib.spbstu.ru/dl/2/r17-80.pdf</a>	2017	ЭБ СПбПУ

### **Ресурсы Интернета**

1. <http://www.dsplib.ru/>: <http://www.dsplib.ru/>

## **9.3. Технические средства обеспечения дисциплины**

Перечень обучающих и контролирующих компьютерных программ, учебных фильмов

"Александр Попов"

Онлайн курсы по направлениям современных беспроводных технологий связи LTE, LTE-A, 5G, курс Wireless Communicatons, курс Основы спутниковой связи на портале [www.coursera.org](http://www.coursera.org)

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лицензионное программное обеспечение MatLab. Пакет MikTEX и редактор TEXMaker для создания отчетов.

Изучение курса "Телекоммуникационные технологии" открывает широкие возможности для применения инновационных методов обучения таких как проектная деятельность, командная работа, активные методы обучения, блочно-модульная форма подачи материала и т.д. Выбор в данном случае определяется техническими возможностями организации.

## **11. Критерии оценивания и оценочные средства**

### **11.1. Критерии оценивания**

Для дисциплины «Телекоммуникационные технологии» формой аттестации является зачёт с оценкой. Дисциплина реализуется с применением системы индивидуальных достижений.

#### **Текущий контроль успеваемости**

Максимальное значение персонального суммарного результата обучения (ПСРО) по приведенной шкале - 100 баллов

Максимальное количество баллов приведенной шкалы по результатам прохождения двух точек контроля - 80 баллов.

Подробное описание правил проведения текущего контроля с указанием баллов по каждому контрольному мероприятию и критериев выставления оценки размещается в СДО в навигационном курсе дисциплины.

#### **Промежуточная аттестация по дисциплине**

Максимальное количество баллов по результатам проведения аттестационного испытания в период промежуточной аттестации – 20 баллов приведенной шкалы.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с расписанием.

Экзамен проходит в виде собеседования по экзаменационным билетам из списка экзаменацонных вопросов. Каждый билет содержит 2 вопроса.

Результаты промежуточной аттестации, определяются на основе баллов, набранных в рамках применения, СИД

<b>Баллы по приведенной шкале в рамках применения СИД (ПСРО+ ПА)</b>	<b>Оценка по результатам промежуточной аттестации</b>
	<b>Экзамен/диф.зачет/зачет</b>
0 - 60 баллов	Неудовлетворительно/не зачтено
61 - 75 баллов	Удовлетворительно/зачтено
76 - 89 баллов	Хорошо/зачтено
90 и более	Отлично/зачтено

## **11.2. Оценочные средства**

Оценочные средства по дисциплине представлены в фонде оценочных средств, который является неотъемлемой частью основной образовательной программы и размещается в электронной информационно-образовательной среде СПбПУ на портале [etk.spbstu.ru](http://etk.spbstu.ru)

## **12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Для проведения лабораторных работ используются пакеты MatLab/Octave и Python/Jupyter. Они дают возможность промоделировать основные свойства сигналов и процессов телекоммуникационных систем.

Телекоммуникации - это передача и прием любой информации (звука, изображения, данных, текста) на большие расстояния по различным электромагнитным системам (кабельным и оптоволоконным каналам, радиоканалам и другим, проводным и беспроводным каналам связи).

Телекоммуникационные сети представляют собой комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающих передачу информационных сообщений между абонентами.

При модуляции и анализе сигналов огромное прикладное значение имеет преобразование Гильберта и связанное с ним понятие аналитического сигнала. При использовании методов цифровой обработки преобразование Гильберта получило огромное распространение для формирования сигналов с однополосной модуляцией (SSB), а также при демодуляции сигналов. В курсе вводится понятия ортогонального дополнения сигнала, приводится выражение для прямого и обратного преобразования Гильберта, а также обосновывается понятие аналитического сигнала. Особое внимание уделяется цифровому преобразователю Гильберта.

Общая методика расчета фильтров состоит из:

- Постановки задачи.
- Выбора аппроксимации частотной характеристики фильтра, или как еще говорят, типа фильтра. Основными возможными вариантами являются фильтры Баттервортса, Чебышева 1-го или 2-го рода, а также эллиптические фильтры (фильтры Кауэра). Приведенные типы

фильтров аппроксимируют амплитудно-частотную характеристику. При аппроксимации фазочастотной характеристики фильтра применяют аппроксимацию по Бесселю.

- Расчет фильтра нижних частот (ФНЧ) заданного типа с частотой среза 1 рад/с
- Использование одного из частотных преобразований фильтра: ФНЧ-ФНЧ, ФНЧ-ФВЧ, ФНЧ-ПФ или же ФНЧ-РФ
- Применение билинейного преобразования для расчета цифрового фильтра с заданными характеристиками
- При передаче информации в радиотехнике используются полосовые радиосигналы.

Вводятся понятия полосового сигнала и комплексной огибающей радиосигнала, а также введено понятие векторного представления комплексной огибающей. Показано, что комплексная огибающая может быть представлена синфазной и квадратурной составляющими и модуляцию можно осуществить квадратурным модулятором. Для того чтобы задать способ модуляции, необходимо выбрать способ формирования комплексной огибающей сигнала путем изменения амплитуды и фазы

В курсе активно используются инновационные образовательные технологии, которые открывает широкие возможности для применения инновационных методов обучения таких как проектная деятельность, командная работа, активные методы обучения, блочно-модульная форма подачи материала и т.п.

Обучающимся рекомендуется дополнительно самостоятельно ознакомиться с передовыми МООК-курсами, размещенными на платформах Coursera, eDx, OpenEdu, посвященными современным телекоммуникационным технологиям.

### **13. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

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