

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

А.В. Дворкович

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Цифровые методы обработки в системах передачи данных
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра электронных вычислительных машин
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составили:

Н.Б. Преображенский, канд. техн. наук

В.А. Поздняков, канд. техн. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры электронных вычислительных машин 13.04.2020

Аннотация

В рамках изучения курса рассматриваются основные современные методы цифровой передачи информации, требования к построению и функционированию систем передачи. Обсуждается возможные приемы и способы реализации технологии передачи информации, прикладное назначение подобных систем, структурные особенности информации и информационных систем, как объекта обработки и управления. Рассматриваются методы и средства аппаратно-программного обеспечения задач передачи информации, современные стандарты, протоколы во взаимосвязи с решаемыми задачами обработки данных.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

дать обучаемым по специальности прикладная математика и физика (специализация – электронные вычислительные машины), комплекс сведений о современных приемах обработки и передачи дискретной информации, имеющих различное назначение и реализацию, познакомить со структурой и принципами организации передачи данных.

Задачи дисциплины

- приобретение слушателями теоретических знаний и практических умений и навыков в области обработки и передачи дискретной информации;
- раскрытие сущности и значения задач обработки и преобразования данных, определения теоретических, концептуальных, методологических и организационных основ технологии передачи данных;
- формирования системного подхода в сфере цифровых методов передачи и обработки информации, т.е. умения целенаправленно работать с информацией, используя ее для решения профессиональных вопросов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость, надежность методов и	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные методы цифровой передачи и обработки информации;
- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы реализации технологии цифровой передачи данных;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и управления, возможные приемы и способы реализации технологии передачи данных;
- методы и средства аппаратно-программного обеспечения задач передачи данных;
- критерии возможной реализации и качества обработки информации;
- требования к построению систем передачи информации и рекомендации по обеспечению их функционирования и обслуживания.

уметь:

- эффективно использовать приемы, методы и средства обработки и передачи информации;
- практически реализовывать полученные навыки разработки цифровых систем передачи данных;
- формулировать задачи создания систем, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

владеть:

- существующими приемами, методами и средствами обработки информации;
- навыками использования современных методов передачи данных;
- приемами использования современных технологий построения, комплексирования и развития средств и систем передачи данных.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Общие положения. Технология передачи данных.	2			1
2	Преобразование аналоговых, в том числе и речевых сигналов в цифровую форму.	4			2
3	Кодирование информации в цифровых системах связи при передаче.	4			2
4	Группобразование.	4			2
5	Плещиохронная цифровая иерархия (ПЦИ), общие понятия.	4			2
6	Синхронная цифровая иерархия (СЦИ), общие понятия.	4			2
7	Способы модуляции цифровых сигналов.	4			2
8	Перспективы развития цифровой связи.	4			2
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			

Общая трудоёмкость	45 час., 1 зач.ед.
--------------------	--------------------

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 6 (Весенний)

1. Общие положения. Технология передачи данных.

Основные понятия, принципы передачи информации. Структура устройств передачи и приема данных, основные блоки и их назначение.

2. Преобразование аналоговых, в том числе и речевых сигналов в цифровую форму.

Виды передаваемых данных. Методы цифрового представления данных. Дискретизация сигнала. Использование кодеков.

3. Кодирование информации в цифровых системах связи при передаче.

Кодирование источника. Криптографическое кодирование. Помехоустойчивое кодирование, классификация кодов. Скремблирование и перемежение данных.

4. Группобразование.

Принципы многоканальной передачи данных на физическом и канальном уровнях модели OSI. Разновидности мультиплексоров. Процедуры демультиплексирования.

5. Плезиохронная цифровая иерархия (ПЦИ), общие понятия.

Уровни цифровой иерархии. Структура потока E1. Принципы синхронизации сети. Процедура выделения основного цифрового канала.

6. Синхронная цифровая иерархия (СЦИ), общие понятия.

Основные отличия от ПЦИ. Виртуальные контейнеры. Структура кадра, особенности мультиплексирования. Совместимость с ПЦИ.

7. Способы модуляции цифровых сигналов.

Понятие комплексной огибающей. Универсальный квадратурный модулятор. Виды модуляции. Режим АСМ. Особенности импульсной передачи. Сигналы с расширением спектра.

8. Перспективы развития цифровой связи.

Характеристики современного оборудования проводной и беспроводной передачи данных. Обзор перспективных принципов и технологий передачи.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором, экраном и микрофоном.

Программные и аппаратно-программные макеты систем управления, системы распознавания.

Аппаратные и программные реализации элементарных компонент специализированных систем.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Основы цифровой обработки сигналов [Текст] : в 3 ч. : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Романюк ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. физико-техн. ин-т (гос. ун-т. — М. : МФТИ, 2005. — Ч. 1 : Свойства и преобразования дискретных сигналов. - 2005. - Библиогр.: с. 326-327. - 700 экз. - ISBN 5-7417-0144-2.
2. Цифровая обработка сигналов [Текст] / А. Б. Сергиенко - СПб.Питер,2006, 2007
3. Основы теории цифровой обработки сигналов [Текст] / С. В. Умняшкин - М.ТЕХНОСФЕРА,2017

Дополнительная литература

1. Основы сетей передачи данных [Текст] : курс лекций для студентов вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. — 2-е изд., испр. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2005. — 176 с.
2. Цифровая обработка сигналов [Текст] = Discrete-Time Signal Processing : [учеб. пособие для вузов] / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. под ред. С. Ф. Боева. — 3-е изд., испр. — М. : Техносфера, 2012. — 1048 с.
3. Моделирование сетей и систем связи, учебное пособие /Н. А. Кузнецов, С. Н. Степанов, М. С. Степанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет). Москва, МФТИ, 2019
4. Цифровые видеоинформационные системы (теория и практика) [Текст]/В. П. Дворкович, А. В. Дворкович, -М., Техносфера, 2012
5. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы, учебное пособие для вузов : рек. М-вом образования и науки РФ /В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Санкт-Петербург, Питер, 2019
6. Интерфейсы систем обработки данных [Текст] : справочник / А. А. Мячев, В. Н. Степанов, В. К. Щербо ; под ред. А. А. Мячева. — М. : Радио и связь, 1989. — 415 с. : ил. - Библиогр.: с. 406-409. - 40 000 экз. - ISBN 5-256-00315-1.
7. Цифровая обработка сигналов = Discrete-Time Signal Processing : [учеб. пособие для вузов] / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. под ред. С. Ф. Боева. — 3-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2019. — 1048 с. — (Мир радиоэлектроники). - Библиогр.: с. 1027-1043. - Предм. указ.: с. 1044-1046. - 3000 экз. - ISBN 978-5-94836-329-5.) .

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://www.intuit.ru> – открытый институт Интуит
<http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека МФТИ
<http://www.chipnews.ru> – новости микроэлектроники
<http://www.citforum.ru/> - библиотека CIT-Forum

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

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций (MS PowerPoint).

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

– чтение и конспектирование рекомендованной литературы;

- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра электронных вычислительных машин
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

Н.Б. Преображенский, канд. техн. наук

В.А. Поздняков, канд. техн. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Цифровые методы обработки в системах передачи данных» обучающийся должен:

знать:

- основные методы цифровой передачи и обработки информации;
- сущность, важность, актуальность и особенности проблемы реализации технологии цифровой передачи данных;
- особенности информации и информационных систем как объекта обработки и управления, возможные приемы и способы реализации технологии передачи данных;
- методы и средства аппаратно-программного обеспечения задач передачи данных;
- критерии возможной реализации и качества обработки информации;
- требования к построению систем передачи информации и рекомендации по обеспечению их функционирования и обслуживания.

уметь:

- эффективно использовать приемы, методы и средства обработки и передачи информации;
- практически реализовывать полученные навыки разработки цифровых систем передачи данных;
- формулировать задачи создания систем, подбирать рациональные способы и средства их реализации.

владеть:

- существующими приемами, методами и средствами обработки информации;
- навыками использования современных методов передачи данных;
- приемами использования современных технологий построения, комплексирования и развития средств и систем передачи данных.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примеры контрольных заданий:

1. Сформулировать основные требования синхронизации при передаче цифровой информации.
2. Проанализировать порядок передачи с использованием синхронизирующих символов.
3. Показать на примерах возможности помехоустойчивого кодирования.
4. Перечислить основные критерии качества цифровой передачи информации.
5. Основные этапы передачи речевого сигнала.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов для дифференцированного зачета:

1. Назовите и обоснуйте основные преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов (ЦОС) по сравнению с системами аналоговой обработки сигналов
2. Что такое сигнал и что понимают под цифровой обработкой сигналов?
3. Представьте структурную схему ЦОС и поясните принцип ее работы.
4. Дайте определение дискретному, непрерывному и дискретно-непрерывному сигналу, приведите примеры.
5. Назовите типовые дискретные сигналы и опишите их математически
6. Для каких целей в ЦОС используется нормирование частоты?
7. В каких областях используется цифровая обработка сигналов?
8. Что такое «линия связи»? Из каких элементов сети она состоит?
9. Какие «линии связи» существуют?
10. Каковы основные характеристики «линий связи»?
11. Как АЧХ линии связи влияет на скорость передачи данных?
12. Что такое «дискретная модуляция» сигнала?
13. Каковы виды аналоговой модуляции? Приведите примеры.
14. Каковы виды цифрового кодирования? Приведите примеры.
15. Назовите два основных вида цифрового кодирования.
16. Что определяет значение логической переменной при импульсном кодировании?
17. Какова основная идея применения избыточных кодов?
18. В чем преимущество амплитудно-фазовой модуляции?
19. Какую форму имеет сигнал несущей частоты в модемных линиях связи?
20. Назовите основные отличия синхронных модемов от асинхронных.
21. Чем сообщение отличается от информации?
22. Какие способы синхронизации используются в модемных линиях связи?
23. В чем состоит цель преобразования аналогового сигнала в цифровой?
24. В чем заключается межсимвольная интерференция при передаче?
25. Назовите основные подходы к технологии кодирования информации.
26. В чем состоят особенности цикловой синхронизации?
27. Дайте определение асинхронной и синхронной передачи.
28. Приведите примеры амплитудных и фазовых искажений
29. Какие задачи решаются с помощью введения синхронизирующих битов и символов?
30. Назовите основные проблемы влияния помех на цифровую передачу.
31. Приведите примеры и способы повышения пропускной способности каналов связи.
32. Каково назначение временного группообразования?
33. Процедура поиска и поддержания синхронизма.
34. Дайте краткую характеристику ошибок при передаче дискретной информации.

35. Синхронизация в цифровых линиях и сетях связи.
36. Как осуществляется согласование скоростей передачи в сетях связи?
37. Магистральные линии связи.
38. Структура синхронного транспортного потока.
39. Способы модуляции сигналов.
40. Какие модификации амплитудной модуляции существуют?
41. Модуляционное и дифференциальное кодирование
42. Глобальные сети связи. Особенности, проблемы.
43. Импульсно-кодовая модуляция с равномерным квантованием.
44. Квадратурное представление сигналов.
45. Фазовая модуляция цифровых сигналов.
46. Частотная модуляция цифровых сигналов.
47. Что такое комплексная огибающая сигнала, квадратурная и синфазная составляющие?
48. Как перенести спектр сигнала в другой частотный диапазон? Зачем это нужно?
49. Из каких основных блоков состоит передающее и приемное оборудование цифровых систем связи?
50. Что такое модуляция? Что такое сигнальное созвездие? Опишите особенности модуляции QPSK.
51. Почему необходимо подстраивать несущую и тактовую частоты при приеме сигнала? Как работают цифровые системы ФАПЧ? Зачем нужно скремблирование?
52. В чем заключается разница между режимами CCM и ACM? Как формируется сигнал в режиме ACM?
53. В каких случаях целесообразно расширять спектр сигнала? Что такое метод прямой последовательности?
54. Что лучше: помехоустойчивый код со скоростью $1/2$ или со скоростью $2/3$?
55. Как рассчитать спектральную эффективность, зная вид модуляции и скорость кода?
56. В чем заключается преимущество каскадного кодирования? Зачем нужно перемежение?
57. Что такое FDMA, TDMA, MF-TDMA, CDMA? Опишите два основных варианта технологии ALOHA.
58. Чем 10/40/100-гигабитные версии Ethernet на физическом уровне отличаются друг от друга и от 1-гигабитной версии?
59. Как дейтаграммы (например, IPv4) передаются в транспортном потоке MPEG2?
60. В чем состоят основные отличия систем на основе стандартов DVB-S, DVB-S2 и DVB-S2X?
61. Что представляет собой обратный канал (MF-TDMA) системы VSAT на физическом уровне?
62. Какие типы служебной информации передаются в прямом канале систем VSAT?
63. Как и зачем осуществляется временная синхронизация терминала при входе в сеть?

Примеры билетов для проведения дифференцированного зачета:

Билет 1

1. Какие модификации амплитудной модуляции существуют?
2. Магистральные линии связи.
3. Чем сообщение отличается от информации?

Билет 2

1. Фазовая модуляция цифровых сигналов.
2. Каково назначение временного группообразования?
3. Назовите основные проблемы влияния помех на цифровую передачу.

Билет 3

1. Частотная модуляция цифровых сигналов.
2. Структура синхронного транспортного потока.
3. Назовите типовые дискретные сигналы и опишите их математически.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении зачета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося проводится в течение 30 минут.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.