

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

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Основы систем связи
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра проблем передачи информации и анализа данных
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 составил: И.В. Жилин, канд. техн. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры проблем передачи информации и анализа данных 20.04.2020

Аннотация

В рамках данного курса студенты ознакомятся со структурой современных систем связи; с необходимостью передавать по линиям связи и в устройствах хранения данных аналоговые физические величины, подходами к формированию сигнала; с цифровыми методами передачи, синхронизацией, модуляцией, исправлением ошибок. Студенты получают знания по данным темам на лекционной части курса, и смогут закрепить знания на практических лабораторных работах.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Ознакомление студентов со структурой систем связи; с необходимостью передавать по линиям связи и в устройствах хранения данных аналоговые физические величины, подходами к формированию сигнала; с цифровыми методами передачи, синхронизацией, модуляцией, исправлением ошибок. Обучение студентов этим вопросам при помощи практических лабораторных работ.

Задачи дисциплины

- фундаментальная подготовка студентов в области принципов построения систем связи;
- дать студентам понимание о применениях теории радиотехнических цепей, теории сигналов, теории кодирования, протоколов при конструировании и исследовании телекоммуникационных сетей и систем.

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 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

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- структуру систем связи и хранения данных;
- основные принципы передачи информации по каналам, исправления ошибок, протоколов.

уметь:

- анализировать системы связи, понимать предназначение отдельных составных частей системы связи;
- создать имитационную модель простейшей системы связи.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- основными современными методами помехоустойчивой передачи данных, применяемым в телекоммуникационных сетях и системах.

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	Введение. Аналоговые системы связи.	2			1
2	Принципы цифровой обработки сигналов.	4			1
3	Лаборатория по аналоговым системам связи.	6			2
4	Основы цифровой модуляции.	2			1
5	Синхронизация	2			1
6	Коды, исправляющие ошибки.	6			1
7	Протоколы передачи данных.	2			1
8	Лаборатория по цифровым системам связи.	6			7
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. Введение. Аналоговые системы связи.

Используемые для передачи и хранения данных среды. Необходимость модуляции сигнала для его передачи. Аналоговая модуляция. Частотная модуляция, фазовая модуляция, амплитудная модуляция. Формирование сигнала, в том числе формирование спектра.

2. Принципы цифровой обработки сигналов.

Представление аналогового сигнала как цифрового. Теорема Котельникова.

3. Лаборатория по аналоговым системам связи.

Реализация демодулятора аналоговой частотной модуляции (ЧМ) на программно-определяемом (SDR) радиоприёмнике. Реализация радиоприёмника аналоговой ЧМ.

4. Основы цифровой модуляции.

Фазовая и амплитудная модуляции. Спектр модулированного сигнала.

5. Синхронизация

Частотная синхронизация. Символьная синхронизация. Блоковая синхронизация. Сигналы, используемые для синхронизации. Последовательность максимальной длины (М-последовательность), линейная частотная модуляция (ЛЧМ).

6. Коды, исправляющие ошибки.

Исправление ошибок. Блочные коды. Линейные коды. Коды с малой плотностью проверок (LDPC). Мажоритарный алгоритм декодирования.

7. Протоколы передачи данных.

Понятие о протоколах. Подтверждение получения сообщений. Множественный доступ. Случайный множественный доступ. Протокол ALOHA.

8. Лаборатория по цифровым системам связи.

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

Учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор или плазменная панель), доской, программно-определяемые приемопередатчики ADALM PLUTO.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

фонд литературы кафедры

1. Прокис Дж. (Proakis). Цифровая связь // Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. М.: Радио и связь, 2000. - 800 с.
2. Романюк Ю. А. Основы цифровой обработки сигналов // В 3-х ч. Ч.1. Свойства и преобразования дискретных сигналов: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. М.: МФТИ, 2007. - 332 с.

Дополнительная литература

фонд литературы кафедры

1. Gallager R. G. Low-Density Parity-Check Codes: Ph.D. thesis. 1963. — 90 pp. <http://web.mit.edu/gallager/www/pages/ldpc.pdf>
2. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986.

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

1. <https://www.itu.int/> — Международный союз электросвязи (МСЭ),
2. <http://www.etsi.org/> — The European Telecommunications Standards Institute,
3. <https://ieee.org/> — The Institute of Electrical and Electronics Engineers.

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.

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

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

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

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам занятий, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения, решение задач;
- подготовка к дифференцированному зачёту.

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 лектору.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра проблем передачи информации и анализа данных
курс:	3
квалификация:	бакалавр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	И.В. Жилин, 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 «Основы систем связи» обучающийся должен:

знать:

- структуру систем связи и хранения данных;
- основные принципы передачи информации по каналам, исправления ошибок, протоколов.

уметь:

- анализировать системы связи, понимать предназначение отдельных составных частей системы связи;
- создать имитационную модель простейшей системы связи.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- основными современными методами помехоустойчивой передачи данных, применяемым в телекоммуникационных сетях и системах.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

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

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачета:

1. Перечислите виды каналов связи
2. Каким образом сигналы передаются по кабельным линиям? По волоконно-оптическим линиям? По радиолиниям?
3. Перечислите модуляции, которые могут использоваться при передаче аналогового сигнала. В чем их особенности?
4. Зачем нужно формирование спектра? Как оно осуществляется? Какие минусы?
5. Что из себя представляет цифровой сигнал? Дайте определение.
6. Сформулируйте теорему Котельникова.
7. Приведите примеры цифровой модуляции.
8. Как на цифровой модулированный сигнал влияет формирование спектра?
9. Перечислите виды синхронизации.
10. Какие сигналы могут быть применены для символьной синхронизации? Для блочной синхронизации? Для частотной синхронизации?
11. Назовите причины возникновения ошибок в канале. Какие есть подходы к борьбе с этими ошибками?
12. Что из себя представляет блочный код?
13. Опишите свойства линейного кода. Проверочная матрица кода.
14. Код с малой плотностью проверок (МПП). Структура проверочной матрицы.
15. Что из себя представляет граф Таннера МПП-кода? Опишите мажоритарный алгоритм декодирования.
16. Что из себя представляют сетевые протоколы? Опишите протокол ALOHA.

Критерии оценивания

отлично (10) - 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.

отлично (9) - выставляется студенту, показавшему свободное оперирование знаниями учебной программы дисциплины, выполнение заданий творческого характера.

отлично (8) - выставляется студенту, показавшему владение программным учебным материалом с наличием несущественных ошибок в действиях, самостоятельно исправляемых учащимся.

хорошо (7) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускается в ответе или в решении задач некоторые неточности.

хорошо (6) - выставляется студенту если он осознает воспроизведение программного учебного материала, в том числе и различной степени сложности, с несущественными ошибками, затруднения в применении отдельных навыков.

хорошо (5) - выставляется студенту если теоретическое содержание освоено не полностью, некоторые практические навыки сформированы недостаточно, в некоторых случаях были допущены ошибки.

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 владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

удовлетворительно (3) - выставляется студенту в случае большого количества недочетов и неправильных ответов, а также пассивной работе в ходе занятий, многие учебные задания не выполнены.

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

неудовлетворительно (1) - выставляется студенту, который не освоил теоретическое и практическое содержание курса, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

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

Дифференцированный зачёт проводится в устной форме.

При проведении устного дифференцированного зачёта обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку.

Во время проведения дифференцированного зачёта обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой и проч.