

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института физики
д.ф.-м.н., профессор Вениг С.Б.



Рабочая программа дисциплины
Основы цифровой связи

Направление подготовки бакалавриата
03.03.03 – Радиофизика

Профиль подготовки бакалавриата
Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Шабунин А.В.		20.09.2021
Председатель НМК	Скрипаль А.В.		20.09.2021
Заведующий кафедрой	Стрелкова Г.И.		20.09.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

1. Получение студентами основополагающих знаний о современных системах цифровой связи, в том числе представлений о форматировании информации, источниках искажений, принципах цифровой полосовой модуляции и детектирования, бюджете канала связи, основах кодирования сигналов и методах защиты от ошибок;
2. Приобретение студентами практического опыта изучения процессов обработки сигналов в системах цифровой связи;
3. Формирование системы компетенций, направленных на развитие способности к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности, способности понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», профиль «Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике», в качестве дисциплины по выбору. Индекс дисциплины – Б1.В.ДВ.10. Дисциплина изучается в 8 семестре.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе освоения ряда предшествующих дисциплин бакалавриата, таких как дисциплины модулей «Математика», «Общая физика», «Физика колебательных и волновых процессов», «Электроника» и «Информатика», изучаемых в 1 – 7 семестрах.

Данная дисциплина интегрирована в систему дисциплин, разработанных на кафедре радиофизики и нелинейной динамики, имеющих целью обучение студентов современным методам теоретического, экспериментального и компьютерного исследований сложных нелинейных процессов и систем. Освоение данной дисциплины необходимо для успешного прохождения преддипломной практики, а также для написания выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Дисциплина «Основы цифровой связи» способствует приобретению следующих компетенций:

- способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные принципы низкочастотной модуляции и демодуляции, полосовой модуляции и демодуляции;
- основные характеристики канала связи;
- теоретические основы кодирования информации при передаче по каналу связи;
- принципы шифрования и дешифрования;

- компромиссы при разработке систем связи;
- методы множественного доступа.

Уметь:

- проводить оценку бюджета канала связи;
- проводить расчет отношения сигнал/шум;
- применять различные варианты кодирования информации, включая линейные блочные коды, циклические коды, сверточные коды, коды Рида-Соломона, коды с чередованием;
- проводить оценку пропускной способности канала связи.

Владеть:

- методами коррекции ошибок при канальном кодировании;
- методом импульсно-кодовой модуляции;
- методами кодирования и декодирования, шифрования и дешифрования.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа), включая лекции (16 часов), практические занятия (20 часов) и самостоятельную работу (36 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самост. раб.	
1	Введение. Обработка сигналов в системах цифровой связи	8	1	2	-	-	1	Опрос, проверка конспектов.
2	Низкочастотная модуляция и демодуляция	8	2-3	2	4	-	6	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам.
3	Полосовая модуляция и демодуляция	8	4-5	2	-	-	4	Опрос, проверка конспектов.
4	Характеристики канала связи	8	6-7	2	4	-	6	Опрос, проверка конспектов, проведение интерактивных занятий.
5	Кодирование информации при передаче по каналу связи	8	8-9	2	6	-	7	Опрос, проверка конспектов, проведение интерактивных занятий.
6	Шифрование и дешифрование	8	10	2	6	-	6	Опрос, проверка конспектов, проверка отчетов по практическим работам.
7	Компромиссы при разработке систем связи	8	11	2	-	-	3	Опрос, проверка конспектов, проведение интерактивных занятий.
8	Методы множественного доступа	8	12	2	-	-	3	Опрос, проверка конспектов, проведение интерактивных занятий.
Итого: 72				16	20		36	Зачет

Содержание учебной дисциплины

Тема 1. Введение. Обработка сигналов в системах цифровой связи

Подвижная радиосвязь: беспроводная, сотовая, цифровая. История развития систем цифровой связи. Элементы систем цифровой связи. Основная терминология.

Тема 2. Низкочастотная модуляция и демодуляция

Форматирование информации (текстовой и аналоговой). Источники искажения. Дискретизация и квантование. Воздействие канала. Низкочастотная передача информации. Сигналы РСМ. Корреляционное кодирование. Двубинарная передача сигналов. Отношение сигнал/шум в системах цифровой связи. Критерий максимального правдоподобия приема сигналов.

Практикум: Форматирование информации. Расчет отношения сигнал/шум. Двубинарное кодирование.

Тема 3. Полосовая модуляция и демодуляция

Основные принципы цифровой полосовой модуляции. Когерентное и некогерентное детектирование. Ошибки детектирования при бинарной передаче информации.

Тема 4. Характеристики канала связи

Источники шумов и ослабления передаваемого сигнала. Частотная зависимость мощности принимаемого сигнала. Основные характеристики канала. Представление о «бюджете» канала связи.

Практикум: Анализ бюджета канала связи.

Тема 5. Кодирование информации при передаче по каналу связи

Системы кодирования сигналов и методы защиты от ошибок. Избыточность кодов. Линейные блочные коды. Обнаружение и исправление ошибок. Использование циклических кодов в системах цифровой связи. Применение и свойства сверточных кодов, их эффективность. Другие варианты кодирования. Кодирование Рида-Соломона, коды с чередованием, кодирование в системах цифровой записи информации.

Практикум: Кодирование информации.

Тема 6. Шифрование и дешифрование

Модели процесса шифрования и дешифрования. Практическая защищенность информации при использовании систем шифрования. Представление о поточном шифровании данных.

Практикум: Шифрование информации.

Тема 7. Компромиссы при разработке систем связи

Пропускная способность канала. Теорема Шеннона-Хартли. Компромиссы при использовании модуляции и кодирования. Требования к передаче сигналов в системах цифровой связи. Особенности модуляции и кодирования в каналах с ограниченной полосой.

Тема 8. Методы множественного доступа

Множественный доступ с частотным, временным и кодовым разделением. Передача информации в цифровых системах множественного доступа.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Программа дисциплины предусматривает чередование образовательного материала, ставящего проблему, с активной и интерактивной формами занятий посредством выполнения системы заданий по анализу лекционного материала. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 50% от общего числа аудиторных занятий по данному курсу. Занятия лекционного типа составляют 33%.

Общая образовательная схема дисциплины строится по традиционной технологии обучения: сначала учебный материал кратко преподносится студентам лекционным методом, а затем прорабатывается, усваивается и применяется на практических занятиях в компьютерном классе; результаты усвоения проверяются в форме зачета.

Освоение материала происходит в рамках технологии проблемного обучения, поскольку проведение практических занятий с применением компьютерного моделирования имеет широкие возможности для создания проблемных ситуаций посредством активизирующих действий преподавателя, который формулирует задания и ставит конкретные вопросы, направленные на обобщение, обоснование, конкретизацию, логику рассуждения; побуждает делать сравнения и выводы, сопоставлять результаты; ставит проблемные задачи (например, что произойдет, если параметры численной схемы при проведении компьютерного эксперимента и т.п.).

В процессе усвоения теоретического материала и выполнения практических работ студенты приобретают навыки проведения самостоятельных научных исследований процессов модуляции и кодирования информации. Для самостоятельной работы также предлагаются задания, требующие чтения специальной литературы и использования возможностей компьютерного эксперимента.

В рамках изучения данной дисциплины используются мультимедийные образовательные технологии: электронные лекции (презентации) с использованием программы Open Office.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию обучающихся могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Важную роль при освоении дисциплины «Основы цифровой связи» играет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приемами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями основной образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 03.03.03 «Радиофизика».

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях, практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины.

Виды самостоятельной работы

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
Тема 1	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 2	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 3	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 4	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 5	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 6	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 7	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 8	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Итого часов на самостоятельную работу: 36 часов		

Формы текущего контроля работы студентов

1. Просмотр конспектов лекций.
2. Проверка выполнения практических заданий.
3. Ответы на вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение (на интерактивных занятиях).

Промежуточная аттестация студента осуществляется в соответствии с учебным планом в конце восьмого семестра. Итоги обучения оцениваются в форме зачета.

Материалы для текущего контроля успеваемости и средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в Приложении «Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине».

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
8	15	0	30	15	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента по дисциплине «Основы цифровой связи»

8 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 60% – 1-3 балла;
- от 61% до 70% – 4-7 балла;
- от 71% до 80% – 8-10 баллов;
- от 81% до 90% – 11-14 баллов;
- не менее 91% занятий – 15 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

от 0 до 30 баллов.

Критерии оценки:

Выполнение тестовых заданий, подготовка отчетов о выполненных практических работах – 0-30 баллов

Самостоятельная работа

от 0 до 15 баллов.

Критерии оценки:

Решение заданий для самоконтроля – 0-15 баллов

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены

Промежуточная аттестация

25-40 баллов – ответ на «зачтено»

0-24 баллов – «не зачтено»

Критерии оценки:

«Зачтено»: знание и понимание материала дисциплины по программе.

«Не зачтено»: незнание основных определений и вопросов дисциплины.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 8 семестр по дисциплине «Основы цифровой связи» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Основы цифровой связи» в зачет:

55 баллов и более	«зачтено»
меньше 55 баллов	«не зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Основы цифровой связи»

а) Основная литература

1. Нефедов В.И., Сигов А.С. Основы радиоэлектроники и связи: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2009. – 735 с. (в НБ СГУ – 10 экз.)
2. Сомов А.М. Спутниковые системы связи [Электронный ресурс]: учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 244 с. <http://www.iprbookshop.ru/12045>
3. Курицын С.А. Телекоммуникационные технологии и системы: учеб. пособие. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 304 с. (в НБ СГУ – 30 экз.)
4. Хохлов А.В., Вадивасова Т.Е., Шабунин А.В. Сигналы. Методы описания, модели, информационные возможности: Учебное пособие для студентов физических специальностей. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2011. – 256 с. (в НБ СГУ – 35 экз.)

б) Дополнительная литература

1. Шарипов Ю.К., Кобляков В.К. Отечественные телекоммуникационные системы: учеб. пособие. - 3-е изд. – М.: Логос, 2005. – 830 с. (в НБ СГУ – 3 экз.)
2. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи. - 2-е изд. – М.: Техносфера, 2006. – 288 с. (в НБ СГУ – 5 экз.)
3. Беллами Д.К. Цифровая телефония. - 3-е изд. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с. (в НБ СГУ – 1 экз.)
4. Савченко М.П., Старовойтова О.В. Спутниковые системы передачи: Учебное пособие. – Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта. 2005. – 116 с. (в НБ СГУ – 1 экз.)
5. Тартаковский Г.П. Теория информационных систем. – М.: НЦ «Физматкнига», 2005. – 304 с. (в НБ СГУ – 8 экз.)

в) Рекомендуемая литература

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – Киев: Вильямс, 2007 (предыдущее издание Киев: Вильямс, 2003).
2. Прокис Дж. Цифровая связь. – М.: Радио и связь, 2000.
3. Самсонов Б.Б., Плохов Е.М., Филоненков А.И., Кречет Т.В. Теория информации и кодирование. - М.: Изд-во «Феникс», 2002.
4. В.А. Васин, В.В. Калмыков, Радиосистемы передачи информации. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005.
5. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра. Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 2000.
6. Банкет В.Л., Дорофеев В.П. Цифровые методы в спутниковой связи. – М.: Радио и связь, 1988.
7. Г.П. Тартаковский. Теория информационных систем. – М.: НЦ «Физматкнига», 2005.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Сайт кафедры радиофизики и нелинейной динамики СГУ (электронные версии учебных пособий, подготовленных сотрудниками кафедры) <http://chaos.sgu.ru>
2. Сайт СГУ (система управления электронными образовательными ресурсами Moodle) <http://course.sgu.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Основы цифровой связи»

Учебная аудитория кафедры радиофизики и нелинейной динамики (ауд. 38 3-го учебного корпуса) и компьютерный класс кафедры радиофизики и нелинейной динамики (ауд. 52 3-го учебного корпуса). Помещение соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности и охраны труда при проведении учебных, научно-исследовательских работ и научно-производственных работ.

Персональные ЭВМ, объединённые в локальную сеть и с выходом в Интернет. Мультимедиапроектор. Электронные учебные пособия.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки «03.03.03 Радиофизика», профиль «Информационные технологии и компьютерное моделирование в радиофизике».

Автор:

д.ф.-м.н., профессор

Павлов А.Н.

Программа разработана в 2011 году (одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики, протокол №11 от 23.05.2011).

Программа актуализирована в 2016 году (одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики, протокол №7 от 14.03.2016).

Программа актуализирована в 2021 году в связи с организацией института физики (одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики, протокол №2 от 20.09.2021).

Заведующий кафедрой
радиофизики и нелинейной динамики
д.ф.-м.н., профессор

Анищенко В.С.

Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор

Аникин В.М.