

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «23» мая 2019 г. № 7

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института

Зав. кафедрой Бахтизин Р.З. /  _____

Балапанов М.Х. /  _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина «Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов»
(наименование дисциплины)

Блок 1. Вариативная часть, дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2.01
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

Программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

03.04.03 Радиофизика


код и наименование направления подготовки (специальности)

Направленность (профиль) подготовки:

«Цифровые технологии обработки информации»

Квалификация:

магистр

Разработчик (составитель) профессор, д.ф.-м.н., профессор _____ <i>(должность, ученая степень, ученое звание)</i>	_____  / Гоц С.С. <i>(подпись, Фамилия И.О.)</i>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель (составители)

Гоц С.С.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы;	5
3. Содержание рабочей программы 3.1. Объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. 3.2. Список вопросов по курсу «Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов» 3.3. Темы лабораторных работ по курсу "Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов"	7
4. Фонд оценочных средств по дисциплине;	10
4.1. 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	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	
4.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины; 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет») и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины ;	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 6.1 Учебно-лабораторное оборудование 6.2 Технические и электронные средства обучения и контроля знаний студентов 6.3 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	19
Приложение А. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	22
Приложение Б. Список вопросов для работы со студентами на аудиторных занятиях	26

1. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

ОПК-4- способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки.

ПК-2. способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта.

ПК-3 способностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.

Результаты обучения		Формируемые компетенции с указанием кода	Примечание
Знания. Необходимо знать:	Математические методы описания и измерения информационных характеристик непрерывных, дискретных и цифровых источников сигналов, помех, информационных потоков и каналов связи ;	ПК-2 ПК-3	Данные компетенции формируются в 17-ти дисциплинах
	Аналоговые и цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов в информационных и телекоммуникационных системах;	ОПК-4	Данная компетенция формируется в 28 дисциплинах
	Различные системы многоканальной передачи цифровой информации ; Перспективы развития цифровых информационных технологий и цифровых систем связи.	ОПК-4	
	Методы помехоустойчивого кодирования, компрессии и защиты информации в цифровых системах	ПК-2	
Умения	Осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех, каналов связи, процессов кодирования и декодирования;	ОПК-4	
	Осуществлять измерения в области цифровых технологий обработки информации с использованием современного оборудования и опыта	ПК-2	
	Осуществлять обработку и анализ результатов измерений в области цифровых технологий обработки информации	ПК-3	
Владения (навыки, опыт деятельности)	Основами программирования в объеме, достаточном для составления моделей сигналов, помех, линейных и нелинейных преобразований сигналов, процессов кодирования и декодирования;	ОПК-4	

	преобразования сигналов		
	Навыками постановки и решения задач по цифровым методам получения, обработки, приема и передачи сигналов с использованием современного оборудования, отечественного и зарубежного опыта	ПК-2	
	Навыками оформления результатов научных исследований в области цифровых технологий обработки информации	ПК-3	

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов» (ЦМПОППС) относится к вариативной части дисциплин для подготовки магистров направления 03.04.03 «Радиофизика» по профилю «Цифровые технологии обработки информации» и преподается во втором семестре. Данная дисциплина является дисциплиной по выбору в плане теоретической подготовки высококвалифицированных работников, владеющих современными цифровыми технологиями получения, обработки, приема и передачи сигналов, расчета радиоэлектронных и инфокоммуникационных систем.

Дисциплина «Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов» входит в раздел общепрофессиональных дисциплин ФГОС-3 для подготовки магистров направления 03.04.03 «Радиофизика». В курсе «Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов» используются единые принципы математических расчетов характеристик сигналов. В свою очередь, теоретической базой курса «Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов» являются основные сведения из дисциплин естественно-научного и профессионального циклов: математики, информатики, физики, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, теории электрических цепей, электроники, аналоговой и цифровой схемотехники.

Базовые дисциплины для курса «Цифровые методы получения, обработки, передачи и приема сигналов» В данном курсе предполагается более глубокое изучение отдельных разделов с акцентом на практическое инженерное состояние и развитие средств связи. Приступая к изучению курса «Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов» студенты должны свободно владеть основными понятиями и методами теории линейных и нелинейных электрических цепей, теории вероятностей, математического анализа, линейной алгебры, комбинаторики, вычислительной техники.

Целью преподавания дисциплины ЦМПОППС является изучение цифровых методов получения, передачи, приема, обработки сигналов в инфокоммуникационных и измерительных системах. Целью курса ЦМПОППС является теоретическая подготовка студентов, которая должна обеспечивать понимание основ теории информации, методов цифровой обработки сигналов, принципов кодирования дискретной информации, основных методов защиты информации, основ построения, работы и путей совершенствования современных цифровых информационных систем.

В результате изучения дисциплины ЦМПОППС у студентов должны сформироваться знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно проводить математический анализ физических процессов, происходящих в цифровых устройствах получения, передачи, приема и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные информационные возможности цифровых измерительных и телекоммуникационных систем.

Предусмотренные программой ЦМПОППС знания являются не только базой для последующего изучения специальных дисциплин, но имеют также самостоятельное значение для формирования дипломированных специалистов по направлению «Радиофизика».

Основными задачами освоения дисциплины ЦМПОППС является следующее:

- Знакомство с основными методами анализа и синтеза технических систем, предназначенных для получения, приема и передачи цифровых сообщений;
- Изучение влияния и методов защиты от помех при передаче аналоговых и дискретных сигналов;
- Изучение теории информации;
- Изучение методов защиты информации от несанкционированного доступа;
- Знакомство с методами оптимизации цифровых систем, направленное на повышение точности и эффективности передачи сигналов.

Курс ЦМПОППС является продолжением и развитием курса под названием Цифровая обработка сигналов. В нем предполагается более глубокое изучение отдельных разделов ЦМПОППС, связанных с теорией информации, методов кодирования дискретных сообщений и цифровой обработкой сигналов. При изучении указанных теоретических разделов особое внимание уделяется практическому инженерному состоянию и развитию технических средств, реализующих цифровые методы обработки, формирования и передачи сигналов.

Приступая к изучению курса ЦМПОППС, студенты должны свободно владеть основными понятиями и методами теории линейных и нелинейных электрических цепей, теории вероятностей, математического анализа, линейной алгебры, комбинаторики, информатики и вычислительной техники. Приступая к выполнению лабораторных и практических занятий по ЦМПОППС, студенты должны свободно владеть практическими навыками работы на современных персональных компьютерах в среде Linux, Windows, Office, должны знать хотя бы один алгоритмический язык высокого уровня (Pascal, Delphi, Basic, C++, ...), иметь навыки работы с электро- и радиоизмерительными приборами.

В курсе «Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов» предполагается основное внимание уделить рассмотрению вопросов цифровых методов формирования сигналов, кодированию дискретных сообщений, теории информации, методам цифровой обработки сигналов и цифровой фильтрации сигналов.

Курс «Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов» состоит из трех модулей. Первый модуль посвящен рассмотрению основных понятий, связанных с передачей дискретных сообщений и теории информации. Второй модуль курса посвящен теории кодирования дискретных сообщений. В третьем модуле рассматриваются вопросы, связанные с цифровой обработкой сигналов и с цифровой фильтрацией.

В курсе «Цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов» предусмотрены лекции, лабораторные работы, индивидуальные занятия и самостоятельная работа студентов. Задачей лекционного курса является ориентирование слушателей в вопросах и материалах изучаемой дисциплины, в выявлении связи разделов курса между собой и с другими смежными учебными дисциплинами, в обзоре рекомендуемой научной и учебной литературы по курсу. На лабораторных занятиях студенты приобретают навыки работы с аппаратурой, измерительными приборами, компьютерной техникой и периферийным оборудованием, прорабатывают и закрепляют учебный материал на конкретных практических задачах и примерах. На индивидуальных занятиях проводятся консультации и контроль работы студентов с литературой по отдельным разделам курса. Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку конспектов лекций, научно-технической литературы, подготовку к лабораторным занятиям и к зачету и экзамену.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) Приложение А

3.1. Объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Приложение А.

3.2 Список вопросов по курсу

«Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов»

1. Теория информации

1. Определение источника, дискретного (цифрового) канала связи, кодирования и декодирования. Примеры математического описания дискретных каналов связи. m -ичный симметричный канал связи без памяти. Двоичный по входу симметричный канал без памяти со стиранием. Двоичный канал с аддитивным шумом.
2. Частное количество информации. Мера количества информации, выдаваемой источником. Энтропия дискретного случайного сигнала. Основные свойства энтропии. Примеры определения энтропии двоичных информационных процессов. Аддитивность энтропии. Избыточность сообщений. Производительность и информационная скорость источника.
3. Условная энтропия как мера количества информации, теряемой при передаче сообщений в расчете на один символ. Свойства условной энтропии.
4. Количество информации, передаваемой по дискретному каналу связи. Взаимная информация. Основные свойства характеристики взаимной информации.
5. Пропускная способность дискретного канала связи. Свойства характеристики пропускной способности. Примеры вычисления пропускной способности дискретных каналов связи (m СК без памяти, 2СК без памяти, двоичный по входу канал со стиранием. Двоичный канал с памятью и аддитивным шумом).
6. Оценка средней длины канальных символов, приходящихся на один символ источника сообщений. Теорема о кодировании дискретного источника. Теорема о кодировании в канале без помех.
7. Требования к соотношению между производительностью источника и пропускной способностью канала. Основная теорема Шеннона.
8. Потенциальные возможности непрерывных каналов связи. Методы математического описания непрерывных каналов связи. Мера количества информации, передаваемой по непрерывному каналу связи. Основные свойства меры взаимной информации в непрерывных каналах связи.
9. Дифференциальная энтропия. Расчет дифференциальной энтропии для белого гауссовского шума. Дифференциальная энтропия случайной величины с произвольной статистикой.
10. Пропускная способность непрерывного канала связи с аддитивной помехой в виде белого гауссовского шума. Расчет пропускной способности непрерывного канала связи с ограниченной полосой пропускания и аддитивной помехой в виде белого гауссовского шума.

2. Кодирование источников и каналов связи

11. Классификация основных методов кодирования. Примитивное или безызбыточное кодирование. Экономное кодирование или сжатие данных. Помехоустойчивое или избыточное кодирование.
12. Принципы экономного кодирования источников дискретных сообщений без потери и с частичной потерей информации. Префиксные коды. Метод укрупнения алфавита.

13. Методы сжатия звуковых сообщений с частичной потерей информации. Психоакустическая модель слуха. Компрессия информации в цифровой телефонии. Вокодеры. Стандарт MP3.
14. Основы кодирования неподвижных и подвижных изображений. Стандарты JPEG и MPEG.
15. Алгоритм Шеннона-Фано построения неравномерных префиксных кодов.
16. Понятие о помехоустойчивом кодировании. Определение канальных (избыточных) блоковых кодов. Скорость канального кода. Связь скорости кода с его избыточностью.
17. Расчет вероятности оптимального декодирования для блочных кодов с фиксированной длиной. Оценка верхней границы ошибки. Экспоненты вероятностей ошибок. Эквивалентная ошибка в расчете на 1 бит.
18. Коды с гарантированным обнаружением и исправлением ошибок. Расстояние Хэмминга, вектор ошибок и вес Хэмминга для избыточных кодов. Кратность вектора ошибок.
19. Минимальное кодовое расстояние для избыточного кода. Декодирование по минимуму расстояния Хэмминга. Пример компьютерной программы для вычисления межсимвольного расстояния.
20. Связь между обнаружительной способностью избыточного кода и минимальным кодовым расстоянием.
21. Теорема о количестве гарантированно исправляемых ошибок и теорема о количестве гарантированно обнаруживаемых и исправляемых ошибок для избыточных кодов.
22. Теорема о количестве исправляемых ошибок и стираний для избыточного кода.
23. Линейные блочные двоичные коды. Порождающая матрица линейного кода.
24. Каноническая матричная форма записи линейных кодов. Систематические линейные коды. Информационные и проверочные символы.
25. Синдромное декодирование принятого кода. Схема, реализующая вычисление синдрома.
26. Важнейшие классы линейных двоичных кодов. Коды с общей проверкой на четность. Коды Хэмминга. М - последовательности.
27. Полиномиальные коды. Синдромные полиномы. Циклические линейные коды. Порождающий многочлен циклического типа. Задание порождающего многочлена с помощью своих корней. Коды Боуза-Чоухури-Хоквингейма (БЧХ).
28. Кодирование в каналах с памятью. Процедура перемежения символов. Передача информации в квазипараллельном коде с разделенными по частоте подканалами. Технология DMT (Discreet Multi Tone).
29. Системы с решающей и информационной обратной связью. Адаптивные системы связи.

3. Цифровые методы обработки сигналов

30. Классификация основных видов искажений (12 видов) при цифровой обработке сигналов.
31. Дискретизация сигналов во времени. АИМ-1 и АИМ-2. Спектр дискретизированного во времени сигнала. Спектральные окна. Искажения, связанные с дискретизацией сигнала во времени. Эффект “наложения частот” (элайзинг) и методы его устранения. Антиэлайзинговые фильтры.
32. Квантование сигналов по уровню. Линейные и функциональные квантователи сигналов в системах связи. Искажения, связанные с квантованием сигнала по уровню. Шумы квантования и методы их уменьшения. Компрессия сигналов по амплитуде. Передискретизация сигналов по уровню и связанные с этим помехи.
33. Искажения, связанные с конечным временем одной выборки (одного отсчетного значения). Апертурное время и методы его уменьшения. Устройства выборки и хранения (УВХ). Основные характеристики УВХ и методы их улучшения.
34. Дрожание фазы. Джиттер. Методы уменьшения влияния джиттера на характеристики передаваемой информации.
35. Искажения, связанные с конечным временем одной анализируемой или передаваемой реализации. Краевые эффекты и методы их уменьшения.

36. “Эффект частотола” при цифровой обработке сигналов. “Разрешенные” и “запрещенные” частоты при вычислении спектра дискретизированного во времени сигнала.
37. Восстановление непрерывного сигнала по дискретизированной последовательности. Полиномиальная интерполяция и экстраполяция сигналов. Схемы, реализующие полиномиальную интерполяцию первого и второго порядков.
38. Алгоритм одномерного и двумерного дискретного преобразования Фурье. Примеры компьютерных программ.
39. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Пример компьютерной программы.
40. Трасверсальные (нерекурсивные) цифровые фильтры (ЦФ). Порядок ЦФ. ЦФ с конечной импульсной характеристикой КИХ. Расчет комплексного коэффициента передачи КИХ ЦФ. Z – преобразование.
41. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ КИХ ЦФ первого и второго порядка.
42. Рекурсивные ЦФ. Каноническая схема рекурсивных ЦФ. ЦФ с бесконечной импульсной характеристикой БИХ. Расчет комплексного коэффициента передачи БИХ ЦФ.
43. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ БИХ рекурсивного ЦФ первого и второго порядка.

3.3. Список тем лабораторных работ

1. Изучение методов расчета на ЭВМ пропускной способности m -ичных каналов связи.
2. Исследование генераторов с прямым цифровым синтезом сигналов.
3. Изучение цифровых анализаторов сигналов.
4. Исследование статистики и энтропии источников текстовой (дискретной) информации.
5. Изучение принципов кодирования информации неравномерными кодами
6. Изучение принципов помехоустойчивого кодирования дискретной информации.
7. Изучение цифровых методов оценок спектральных характеристик детерминированных и случайных сигналов.
8. Исследование цифровых фильтров 1-го и 2-го порядков.

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

4.1. 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

Формирование компетенции **ПК-3** способность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

Формирование компетенции **ПК-2**. способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта.

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (Знания)	Знать: 1. Математические методы описания и измерения информационных характеристик непрерывных, дискретных и цифровых источников сигналов, помех, информационных потоков и каналов связи. 2. Методы помехоустойчивого кодирования, компрессии и защиты информации в цифровых системах	Показывает полное незнание, непонимание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	В основном знает материал, в ответах допускает несущественные ошибки
Второй этап (Умения)	Уметь 1. Осуществлять измерения в области цифровых технологий обработки информации с использованием современного оборудования и опыта 2. Осуществлять обработку и анализ результатов измерений в области цифровых технологий обработки информации	Не умеет, или допускает серьезные неточности в реализации заданий	Умеет, допускает незначительные ошибки, неточности.
Третий этап (Владение навыками)	Владеть: 1. Навыками постановки и решения задач по цифровым методам получения, обработки, приема и передачи сигналов с использованием современного оборудования, отечественного и зарубежного опыта 2. Навыками оформления результатов научных исследований в области цифровых технологий обработки информации	Практически не владеет, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки

Формирование компетенции **ОПК-4**- способность к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использование современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (Знания)	Знать: 1. Аналоговые и цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов в информационных и телекоммуникационных системах; 2. Различные системы многоканальной передачи цифровой информации.	Показывает полное незнание, непонимание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	В основном знает материал, в ответах допускает несущественные ошибки
Второй этап (Умения)	Уметь Осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех, каналов связи, процессов кодирования и декодирования.	Не умеет, или допускает серьезные неточности в реализации заданий	Умеет, допускает незначительные ошибки, неточности.
Третий этап (Владение навыками)	Владеть: Основами программирования в объеме, достаточном для составления моделей сигналов, помех, линейных и нелинейных преобразований сигналов, процессов кодирования и декодирования;	Практически не владеет, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Результаты обучения		Формируемые компетенции с указанием кода	Оценочные средства
Знания. Необходимо знать:	Математические методы описания и измерения информационных характеристик непрерывных, дискретных и цифровых источников сигналов, помех, информационных потоков и каналов связи;	ПК-2 ПК-3	Проверка конспектов по списку вопросов п.п.3.2, Ответы на вопросы по лабораторным работам (приложение В)
	Аналоговые и цифровые методы получения, передачи, приема и обработки сигналов в информационных и телекоммуникационных системах;	ОПК-4	
	Различные системы многоканальной передачи цифровой информации ; Перспективы развития цифровых информационных технологий и цифровых систем связи.	ОПК-4	
	Методы помехоустойчивого кодирования, компрессии и защиты информации в цифровых системах	ПК-2	
Умения	Осуществлять математическое и компьютерное моделирование сигналов, помех, каналов связи, процессов кодирования и декодирования;	ОПК-4	Собеседование по конспектам по списку вопросов п.п.3.2 Составление и отладка компьютерных программ по списку заданий лабораторных работ
	Осуществлять измерения в области цифровых технологий обработки информации с использованием современного оборудования и опыта	ПК-2	
	Осуществлять обработку и анализ результатов измерений в области цифровых технологий обработки информации	ПК-3	
Владения (навыки, опыт деятельности)	Основами программирования в объеме, достаточном для составления моделей сигналов, помех, линейных и нелинейных преобразований сигналов, процессов кодирования и декодирования; преобразования сигналов	ОПК-4	Коллоквиум по списку вопросов п.п.3.2 Проведение математических расчетов согласно заданиям лабораторных работ № 1 – 6
	Навыками постановки и решения задач по цифровым методам получения, обработки, приема и передачи сигналов с использованием современного оборудования, отечественного и зарубежного опыта	ПК-2	

	Навыками оформления результатов научных исследований в области цифровых технологий обработки информации	ПК-3	Зачет
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------	-------

Примечание. Описания лабораторных работ № 1 – 6 доступны студентам в виде файлов на каждом из 12-ти компьютеров к.316. Описания обновляются несколько раз за каждый семестр согласно обновлению МТО и программного обеспечения (ПО).

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы Формирование компетенций ОПК-4, ПК-3, ПК-6.

Формирование данных компетенций осуществляется на лекциях, практических занятиях, при самостоятельном изучении литературных источников. При текущем и рубежном контроле оценка уровня освоения данной компетенции осуществляется преподавателем исходя из письменных (конспекты) и устных ответов на следующие вопросы:

Список вопросов по курсу «Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов»

1. Определение источника, дискретного канала связи, кодирования и декодирования. Примеры дискретных каналов связи. (mCK без памяти, 2СК без памяти, двоичный по входу канал со стиранием. Двоичный канал с памятью и аддитивным шумом).
2. Частное количество информации. Мера количества информации, выдаваемой источником. Энтропия дискретного случайного сигнала. Основные свойства энтропии. Примеры определения энтропии двоичных информационных процессов. Аддитивность энтропии. Избыточность сообщений. Производительность и информационная скорость источника.
3. Условная энтропия как мера количества информации, теряемой при передаче сообщений в расчете на один символ. Свойства условной энтропии.
4. Количество информации, передаваемой по дискретному каналу связи. Взаимная информация. Основные свойства характеристики взаимной информации.
5. Вычисление пропускной способности дискретного канала связи. Примеры вычисления пропускной способности дискретных каналов связи (mCK без памяти, 2СК без памяти, двоичный по входу канал со стиранием. Двоичный канал с памятью и аддитивным шумом).
6. Оценка средней длины канальных символов, приходящихся на один символ источника сообщений. Теорема о кодировании дискретного источника и в канале без помех.
7. Требования к соотношению между производительностью источника и пропускной способностью канала. Основная теорема Шеннона.
8. Потенциальные возможности непрерывных каналов связи и методы их математического описания. Основные свойства меры взаимной информации в непрерывных каналах связи.
9. Дифференциальная энтропия. Расчет дифференциальной энтропии для белого гауссовского шума. Дифференциальная энтропия случайной величины с произвольной статистикой.
10. Расчет пропускной способности непрерывного канала связи с аддитивной помехой в виде белого гауссовского шума.
11. Классификация основных методов кодирования. Примитивное кодирование. Экономное кодирование или сжатие данных. Помехоустойчивое или избыточное кодирование.

12. Принципы экономного кодирования источников дискретных сообщений без потери и с частичной потерей информации. Префиксные коды. Метод укрупнения алфавита.
13. Методы сжатия звуковых сообщений с частичной потерей информации. Психоакустическая модель слуха. Компрессия информации в цифровой телефонии. Вокодеры.
14. Кодирование неподвижных и подвижных изображений. Стандарты JPEG и MPEG.
15. Алгоритм Шеннона-Фано построения неравномерных префиксных кодов.
16. Понятие о помехоустойчивом кодировании. Определение канальных (избыточных) блочных кодов. Скорость канального кода. Связь скорости кода с его избыточностью.
17. Расчет вероятности оптимального декодирования для блочных кодов с фиксированной длиной. Оценка верхней границы ошибки. Экспоненты вероятностей ошибок.
18. Коды с гарантированным обнаружением и исправлением ошибок. Расстояние Хэмминга, вектор ошибок и вес Хэмминга для избыточных кодов. Кратность вектора ошибок.
19. Минимальное кодовое расстояние для избыточного кода. Декодирование по минимуму расстояния Хэмминга. Компьютерная программа вычисления межсимвольного расстояния.
20. Связь между обнаружительной способностью избыточного кода и минимальным кодовым расстоянием.
21. Теорема о количестве гарантированно исправляемых ошибок и теорема о количестве гарантированно обнаруживаемых и исправляемых ошибок для избыточных кодов.
22. Теорема о количестве исправляемых ошибок и стираний для избыточного кода.
23. Линейные блочные двоичные коды. Порождающая матрица линейного кода.
24. Каноническая матричная форма записи линейных кодов. Систематические линейные коды. Информационные и проверочные символы.
25. Синдромное декодирование кода. Схема, реализующая вычисление синдрома.
26. Важнейшие классы линейных двоичных кодов. Коды с общей проверкой на четность. Коды Хэмминга. М - последовательности.
27. Полиномиальные коды. Синдромные полиномы. Циклические линейные коды. Порождающий многочлен циклического типа. Задание порождающего многочлена с помощью своих корней. Коды Боуза-Чоухури-Хоквингейма (БЧХ).
28. Кодирование в каналах с памятью. Процедура перемежения символов. Передача информации с разделенными по частоте подканалами. Технология DMT (Discreet Multi Tone).
29. Системы с решающей и информационной обратной связью.
30. Классификация искажений (12 видов) при цифровой обработке сигналов.
31. Дискретизация сигналов во времени. АИМ-1 и АИМ-2. Спектр дискретизированного во времени сигнала. Спектральные окна. Искажения, связанные с дискретизацией сигнала во времени. Эффект "наложения частот" (элайзинг) и методы его устранения.
32. Квантование сигналов по уровню. Линейные и функциональные квантователи сигналов в системах связи. Шумы квантования и методы их уменьшения. Компрессия сигналов по амплитуде. Передискретизация сигналов по уровню и связанные с этим помехи.
33. Искажения, связанные с конечным временем одной выборки (одного отсчетного значения). Апертурное время и методы его уменьшения. Устройства выборки и хранения.
34. Дрожание фазы. Джиттер. Методы уменьшения влияния джиттера.
35. Искажения, связанные с конечным временем одной анализируемой или передаваемой реализации. Краевые эффекты и методы их уменьшения.
36. "Эффект частоты" при цифровой обработке сигналов. "Разрешенные" и "запрещенные" частоты при вычислении спектра дискретизированного во времени сигнала.

37. Восстановление непрерывного сигнала по дискретизированной последовательности. Схемы, реализующие полиномиальную интерполяцию первого и второго порядков.
38. Алгоритмы одномерного и двумерного дискретного преобразования Фурье.
39. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Пример компьютерной программы.
40. Трасверсальные цифровые фильтры (ЦФ). Порядок ЦФ. ЦФ с конечной импульсной характеристикой. Расчет комплексного коэффициента передачи КИХ ЦФ. Z – преобразование.
41. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ КИХ ЦФ первого и второго порядка.
42. Рекурсивные ЦФ. Каноническая схема. Расчет комплексного коэффициента передачи.
43. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ рекурсивного ЦФ первого порядка.

4.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В ходе освоения дисциплины предусмотрена текущая, промежуточная и итоговая аттестация.

Текущий контроль - это контроль над всеми видами аудиторной и внеаудиторной работы студентов по данному дисциплинарному модулю.

Каждый модуль предусматривает от трех до пяти этапов текущего контроля. Список вопросов, задач или заданий по каждому этапу текущего контроля доводится до студентов заранее в устной форме и на электронных носителях.

Текущий контроль по лабораторным работам проводится в виде отметки о выполнении работы, предоставлению отчета по работе, защиты отчета по работе.

Рубежный контроль – проверка полноты знаний, умений и навыков по материалу модуля в целом. Рубежный контроль проводится в форме коллоквиума или собеседования. К собеседованию студенты готовят развернутые планы ответов по списку вопросов. Вопросы охватывают материал целого модуля и также включают темы лекционных занятий, лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы.

Для допуска к итоговому контролю (зачету) студент должен выполнить задания и отчитаться по всем этапам текущего и рубежного контроля.

Итоговый контроль – форма контроля, проводимая по завершении изучения дисциплины в семестре. Итоговый контроль по дисциплине **«Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов»** проводится во время зачетной сессии во втором семестре в форме зачета по теоретическому материалу. Студенту предлагается теоретический вопрос и проблемная ситуация в виде деловой игры, имеющей прямое отношение к данному вопросу.

Критерии оценки итогового контроля.

При приеме зачета используется двухуровневая система оценок.

(Зачтено)

Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов. Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности, решение проблемной ситуации деловой игры может быть неполным или неточным.

(Не зачтено)

Ответы на поставленные вопросы не соответствуют их содержанию или минимальной полноте изложения основных понятий, терминов, определений, примеров реализации. Студент не умеет составлять и анализировать схемы, применяемые в системах связи, устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные источники. Ответ студента не соответствует вопросу, а так же при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Гоц С.С. Теория электрической связи. – Курс лекций. – Уфа: РИО БашГУ, 2009. – 132 с.
2. Гоц С.С. Основы построения и программирования автоматизированных систем цифровой обработки сигналов. 4-е издание. - Уфа, 2009, 221 с.
3. Гоц, Сергей Степанович. Теория электрической связи : курс лекций .— Уфа : БашГУ, 2009-. Ч. 2 [Электронный ресурс] .— 2009 .— Электрон. версия печ. публикации .— <URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/GotsTeorElektrSvyzi2.pdf>. Дата создания записи: 27.11.2015

Дополнительная литература

4. Лэй Э. Цифровая обработка сигналов для инженеров и технических специалистов. <http://techlibrary.ru/>
5. Теория электрической связи / А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.И. Коржик, М.В. Назаров; Под ред. Д.Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 1998, - 432 с. <http://techlibrary.ru/>
6. Гоц С.С. Основы радиоэлектроники. Курс лекций. - Уфа, 2007. 137 с
7. Гоц С.С. Основы описания и компьютерных расчетов характеристик случайных процессов в статистической радиофизике. Уфа, 2005, 166 с
8. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов.- СПб.:Питер, 2003, 608 с. <http://techlibrary.ru/>
9. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Радио и связь, 1986. 512с <http://techlibrary.ru/>
10. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 2002, (2003), 462 с. <http://techlibrary.ru/>
11. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1978. <http://techlibrary.ru/>
12. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов. 1990. <http://techlibrary.ru/>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля);

А). Ресурсы Интернет.

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ,

дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

1. **Гоц, Сергей Степанович**. Теория электрической связи : курс лекций .— Уфа : БашГУ, 2009-.

Ч. 2 [Электронный ресурс] .— 2009 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .—

<URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/read/GotsTeorElektrSvyzi2.pdf>>.

2. www.yandex.ru

3.https://www.google.ru/?gfe_rd=cr&ei=DNypVuLhCcG9wAPrmIHABw&gws_rd=ssl

4. www.scopus.com

5. www.bashlib.ru

6. www.elibrary.ru

7. www.aps.org

8. <http://journals.aps.org>

Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий по видам занятий

1. Операционная система Linux.
2. Операционная система Windows XP, Windows 7, Windows 8.1., Windows 10
3. Пакет программ Open Office.
4. Программа 3D Image.
5. Программа «Двухканальный анализатор сигналов»
6. Программа «Генератор сигналов»
7. Среда программирования «Turbo Pascal 7»
8. Среда программирования Delphi.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
6.1 Учебно-лабораторное оборудование

12	«Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов»	<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: лаборатория 316 (физмат корпус).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: лаборатория 316 (физмат корпус).</p>	<p align="center">Лаборатория № 316</p> <p>1. Колонки Microlab 2.0 PRO3, тема 237, инв. № 000000028114.</p> <p>2. Блок питания HY HY 3003, HY 3003 D-2, Цифровой Element 305 D, 4шт., инв.№ 000002101043128, 000002101043181, 000002101043178, 210134000002848.</p> <p>3. Модем Asus, инв.№ 000002101043035.</p> <p>4. Мультиметр MY890G, инв. № 000000000001080.</p> <p>5. Стол аудиторный (12 шт.), инв. № 000001101060978, 000001101060979, 000001101060980, 000001101060981, 000001101060982, 000001101060983, 000001101060984, 000001101060985, 000001101060986, 000001101060987, 000001101060988, 000001101060989</p> <p>6. Стол письменный «Ронда» (венге/дуб/молочный) ДСВ мебель, г. Пенза, (3шт.), инв. № ИСПР00012964.</p> <p>7. Стул «Визи», (9 шт.), инв. № 000000000001551.</p> <p>8. Генератор GFG-8215A, АНР 1002, 2 шт., инв.№ 000002101043080, 000002101043334.</p> <p>9. Компьютер в составе: системный блок Core i3-530, монитор BenQ, мышь, кл-ра, инв. № 000002101048114.</p> <p>10. Лазерный принтер HP Laser Jet 1000W, инв.№ 000002101041480.</p> <p>11. Монитор 0.20 Samsung Sync Master 783 DF, 2 шт., инв. № 000001101043240, 000001101043242.</p> <p>12. Монитор 17” Samsung Sam Tron 76E TCO”99, инв. № 000002101041709.</p> <p>13. Монитор Beng FP91G+U silver-black 19’, инв. № 000002101046670.</p> <p>14. Монитор LG L1942P-SF silver 19’ инв. № 000002101047450.</p> <p>15. Ноутбук р G62-b11ER/DVD-RW 15.6”, инв.№ 000002101048115.</p> <p>16. Осциллограф ОСУ-20 (20МГц, 2 кан.), ОСУ-10, 2 шт., инв.№ 000002101043084, 000002101043308.</p> <p>17. Персональный компьютер в комплекте Моноблок iRU 502 21.5”, 2 шт., инв.№ 410134000001148, 410134000001140.</p> <p>18. Принтер HP Laser Jet P1102, инв. № 000002101048112.</p> <p>19. Проектор Aser P1220 1024*768, инв.№ 210134000000220.</p> <p>20. Проектор мультимидийный Epson EB-X8, инв.№ 000002101048119.</p> <p>21. Системный блок компьютера Pent4 , инв. № 000001101043837.</p> <p>22. Стеллаж архивный СТФЛ 244-2,0, г. Уфа, (2 шт.), инв. № 210134000003623, 210136000004245.</p>	<p>1. Maple 16: Universities or Equivalent Degree Granting Institutions New License 5 to 100 Users Academic, договор №263 от 07.12.2012 г. Подтверждается лицензией №854 от 25.12.2015г. Срок лицензии - бессрочно. (316)</p> <p>2. Права на программы для ЭВМ AcademicEdition Networked Volume Licenses RAD Studio XE7 Professional Concurrent ELC. Договор № 114 от 12.11.2014 г.. Срок действия документа –бессрочно.</p> <p>3. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия: OLP NL Academic Edition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Срок лицензии - бессрочная.</p> <p>4. Microsoft Office Standard 2013 Russian. OLP NL Academic Edition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Срок лицензии - бессрочная.</p> <p>5.«Права на программы для ЭВМ Office Standart 2013 Russian OLP NL Academic Edition», гражданско-правовой договор № 114 от 12 ноября 2014 г. Срок лицензии – бессрочно.</p>
----	--------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>23. Шкаф комбинированный секция №09 (венге/дуб/молочный), г. Пенза, инв. № 210136000004244.</p> <p>24. Огнетушитель порошковый закачной ОП-8 (з), (10л., 8 кг.), инв. № ИСПР00013412.</p>	
	<p>3. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: лаборатория 316 (физмат корпус), лаборатория 314 (физмат корпус).</p>	<p>Лаборатория № 314</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Генератор GFG 8219 А, инв.№ 000002101043285. 2. Монитор 19” Samsung, инв.№ 000001101043469. 3. Осциллограф С-1-220 (20 МГц, 2 кан.), инв.№ 000002101043304. 4. персональный компьютер в комплекте моноблок iRU 502 21.5’, инв. № 410134000001129. 5. Сплит Система Panasonic CS/CU PC 12 DKD, инв.№ 000002101043054. 6. Шкаф витрина ШВ 190/1, инв. № 000001101062306. 7. Блок питания НУ 1803, инв.№ 000002101043156 8. Жалюзи горизонтальные, инв. № 00002101065502. 9. Жалюзи горизонтальные, инв. № 00002101065503. 10. Мультиметр М 830, инв. № 000000000001078 (2 шт.). 11. Мультиметр, инв. № 000000000001074. 12. Мультиметр М 890 G, инв. № 000000000001080. 13. Портрет, инв. № 000000000001364. 14. Сетевой фильтр, инв. № 000ИСПР00001556 (3 шт.). 15. Стол компьютерный СК-106, инв. № 000001101062316. 16. Стол компьютерный СК-106, инв. № 000001101062311. 17. Стол компьютерный СК-106, инв. № 000001101062315. 18. Стул «Визи», инв. № 000000000001551 (2 шт.). 19. Стул офисный, инв. № 000000000001556 (3 шт.). 20. Тумба приставная ТП4Я, 4 ящика, инв. № 000001101062317. 21. Сверхвысоковакуумный сканирующий туннельный микроскоп (ВУП-4). 22. Огнетушитель порошковый закачной ОП-8 (з), (10л., 8 кг.), инв. № ИСПР00013412. 	
	<p>4. помещения для самостоятельной работы: читальный зал № 2 (физмат корпус), зал доступа к электронной информации библиотеки (вход через читальный зал № 2 физмат корпус).</p>	<p>Читальный зал № 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Научный и учебный фонд. 2. Научная периодика. 3. ПК (моноблок) - 3 шт. 4. Wi-Fi доступ для мобильных устройств. 5. Неограниченный доступ к ЭБС и БД. 6. Количество посадочных мест – 50. <p>Зал доступа к электронной информации библиотеки</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет. 2. Неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС. 3. Количество посадочных мест – 8. 	

Для проведения лабораторного практикума по «Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов» предназначена специализированная лаборатория – «Цифровая обработка сигналов и изображений», расположенная в аудитории № 316 физико-математического корпуса. Лаборатория укомплектована современными радиоизмерительными приборами и персональными компьютерами.

Лабораторные работы №1 – 6 выполняются на 12-ти лабораторных установках, созданных на основе современных персональных компьютеров Pentium – III и Pentium IV.

Имеется локальная компьютерная сеть и Internet 10/100 Мбит/с.

К четырем персональным компьютерам подключены аналого-цифровые преобразователи АЦП Ф4222 через параллельный порт.

В двух компьютерах установлены интерфейсные платы ввода-вывода L-154.

В шести персональных компьютерах установлены платы SB с акустическим оборудованием и программным обеспечением.

Лаборатория оборудована лазерным принтером.

В лаборатории имеются следующие измерительные приборы:

Универсальные осциллографы – 6 шт.

Генераторы шума Г2-37, Г2-57.

Генераторы низкочастотных сигналов Г3-109, Г3-102, Г3-111, Г3-118.

Генераторы сигналов с прямым цифровым синтезом.

Генераторы высокочастотных сигналов Г4-106, Г4-116.

Генераторы импульсов Г5-54, Г5-60 – 6 шт.

Селективные вольтметры В6-1, WMS-4, SMV-11.

Регулируемые источники питания – 10 шт.

Цифровые мультиметры – 6 шт.

Милливольтметры переменного тока – 4 шт.

Частотомеры ЧЗ-34 и ЧЗ-35.

Анализатор сигналов С4-34.

6.2 Технические и электронные средства обучения и контроля знаний студентов

При проведении лекций используются персональные компьютеры с показом графического и текстового материала через мультимедийный проектор, мониторы и телевизоры. Для воспроизведения звука используются высококачественные усилители и акустические системы.

Широко используются цифровые видеокамеры, цифровые фотоаппараты и средства цифровой записи и обработки изображений.

Ряд учебных материалов и все описания лабораторных работ, практических занятий доступны студентам на электронных носителях.

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

1. Операционные системы DOS 6.22 Dos 7.0.
2. Операционная система Linux.
3. Операционные системы Windows XP, Windows 7, Windows 8.1, Windows 10
4. Пакет программ Open Office.
5. Программа 3D Image.
6. Программа «Двухканальный анализатор сигналов»
7. Программа «Генератор сигналов»
8. Среда программирования «Turbo Pascal 7»
9. Среда программирования Delphi.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

3.1. Объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Башкирский государственный университет"
Физико-технический институт

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина **Б1.В.ДВ.02.01** «Цифровые методы получения, обработки, приема и передачи сигналов» на 2-й семестр

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: Гоц Сергей Степанович

проф. кафедры ФЭиН, д. ф.-м. н., проф.

Лабораторные и практические занятия: Гоц Сергей Степанович

проф. кафедры ФЭиН, д. ф.-м. н., проф.

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36.2
лекций	18
практических/ семинарских	0
лабораторных	18
Самостоятельная работа СР	71.8
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся включая подготовку к экзамену/зачету (контроль)	0

Форма(ы) контроля:

экзамен _____ семестр

зачет _____ 2 - _____ семестр

№ п.п.	Тема и содержание разделов дисциплины	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма контроля самостоятельной работы
		ЛК	ЛР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1. Теория информации								
1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение источника, дискретного (цифрового) канала связи (ДКС), кодирования и декодирования. Примеры математического описания ДКС. m-ичный симметричный канал связи без памяти. Двоичный по входу симметричный канал без памяти со стиранием. Двоичный канал с аддитивным шумом. 2. Понятие информации. Частное количество информации. Мера количества информации, выдаваемой источником. Энтропия дискретного случайного сигнала. Основные свойства энтропии. Примеры определения энтропии двоичных информационных процессов. Аддитивность энтропии. Избыточность сообщений. Производительность и информационная скорость источника. 3. Условная энтропия как мера количества информации, теряемой при передаче сообщений в расчете на один символ. Свойства условной энтропии. 4. Количество информации, передаваемой по дискретному каналу связи. Взаимная информация. Основные свойства характеристики взаимной информации. 5. Пропускная способность дискретного канала связи. Свойства характеристики пропускной способности. Примеры вычисления пропускной способности дискретных каналов связи (mСК без памяти, 2СК без памяти, двоичный по входу канал со стиранием. Двоичный канал с памятью и аддитивным шумом. 6. Оценка средней длины канальных символов, приходящихся на один символ источника сообщений. Теорема о кодировании дискретного источника. Теорема о кодировании в канале без помех. 7. Требования к соотношению между производительностью источника и пропускной способностью канала. Основная теорема Шеннона. 8. Потенциальные возможности непрерывных каналов связи. Методы математического описания непрерывных каналов связи. Мера количества информации, передаваемой по непрерывному каналу связи. Основные свойства меры взаимной информации в непрерывных каналах связи. 9. Дифференциальная энтропия. Расчет дифференциальной энтропии для белого гауссовского шума. Дифференциальная энтропия случайной величины с произвольной статистикой. 10. Пропускная способность непрерывного канала связи с аддитивной помехой в виде белого гауссовского шума. Расчет пропускной способности непрерывного канала связи с ограниченной полосой пропускания и аддитивной помехой в виде белого гауссовского шума. 	6	-	6	20	Л.1 Л.2 Л.3	С.3 - 86 С. 3-138 Составление отчетов по лабораторным работам № 1 - 2	Защита отчетов по лабораторным работам Проверка отчетов по самостоятельной работе Коллоквиум

Модуль 2. Кодирование источников и каналов связи

2	<p>11. Классификация основных методов кодирования. Прimitивное или безыбыточное кодирование. Экономное кодирование или сжатие данных. Помехоустойчивое или избыточное кодирование.</p> <p>12. Принципы экономного кодирования источников дискретных сообщений без потери и с частичной потерей информации. Префиксные коды. Метод укрупнения алфавита.</p> <p>13. Методы сжатия звуковых сообщений с частичной потерей информации. Психоакустическая модель слуха. Компрессия информации в цифровой телефонии. Вокодеры. Стандарт MP3.</p> <p>14. Оценка цифровых потоков при передаче изображений. Основы кодирования неподвижных и подвижных изображений. Стандарты JPEG и MPEG.</p> <p>15. Алгоритм Шеннона-Фано построения неравномерных префиксных кодов.</p> <p>16. Понятие о помехоустойчивом кодировании. Определение канальных (избыточных) блочных кодов. Скорость канального кода. Связь скорости кода с его избыточностью.</p> <p>17. Расчет вероятности оптимального декодирования для блочных кодов с фиксированной длиной. Оценка верхней границы ошибки. Экспоненты вероятностей ошибок. Эквивалентная ошибка в расчете на 1 бит.</p> <p>18. Коды с гарантированным обнаружением и исправлением ошибок. Расстояние Хэмминга, вектор (образец) ошибок и вес Хэмминга для избыточных кодов. Кратность вектора ошибок.</p> <p>19. Минимальное кодовое расстояние для избыточного кода. Декодирование по минимуму расстояния Хэмминга. Пример компьютерной программы для вычисления межсимвольного расстояния.</p> <p>20. Связь между обнаружительной способностью избыточного кода и минимальным кодовым расстоянием.</p> <p>21. Теорема о количестве гарантированно исправляемых ошибок и теорема о количестве гарантированно обнаруживаемых и исправляемых ошибок для избыточных кодов.</p> <p>22. Теорема о количестве исправляемых ошибок и стираний для избыточного кода.</p> <p>23. Линейные блочные двоичные коды. Порождающая матрица линейного кода.</p> <p>24. Каноническая матричная форма записи линейных кодов. Систематические линейные коды. Информационные и проверочные символы.</p> <p>25. Понятие о синдромном декодировании принятого кода. Схема, реализующая вычисление синдрома.</p> <p>26. Важнейшие классы линейных двоичных кодов. Коды с общей проверкой на четность. Коды Хэмминга. М - последовательности.</p> <p>27. Полиномиальные коды. Синдромные полиномы. Циклические линейные коды. Порождающий многочлен циклического типа. Задание порождающего многочлена с помощью своих корней. Коды Боуза-Чоухури-Хоквингейма (БЧХ).</p> <p>28. Кодирование в каналах с памятью. Процедура перемежения символов. Передача информации в квазипараллельном коде с разделенными по частоте подканалами. Технология DMT (Discreet Multi Tone).</p> <p>29. Системы с решающей и информационной обратной связью. Адаптивные системы связи.</p>	6		6	20	Л.3	С.3 - 160	<p>Составление отчетов по лабораторным работам № 3 - 4</p>	<p>Защита отчетов по лабораторным работам</p> <p>Проверка отчетов по самостоятельной работе</p> <p>Коллоквиум</p>
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	--	---	----	-----	-----------	------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Модуль 3. Цифровые методы обработки сигналов								
3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация основных видов искажений (12 видов) при цифровых методах обработки сигналов. 2. Дискретизация сигналов во времени. АИМ-1 и АИМ-2. Спектр дискретизированного во времени сигнала. Спектральные окна. Искажения, связанные с дискретизацией сигнала во времени. Эффект “наложения частот” (элайзинг) и методы его устранения. Антиэлайзинговые фильтры. 3. Квантование сигналов по уровню. Линейные и функциональные квантователи сигналов в системах связи. Искажения, связанные с квантованием сигнала по уровню. Шумы квантования и методы их уменьшения. Компрессия сигналов по амплитуде. Передискретизация сигналов по уровню и связанные с этим помехи. 4. Искажения, связанные с конечным временем одной выборки (одного отсчетного значения). Апертурное время и методы его уменьшения. Устройства выборки и хранения (УВХ). Основные характеристики УВХ и методы их улучшения. 5. Дрожание фазы. Джиттер. Методы уменьшения влияния джиттера на характеристики передаваемой информации. 6. Искажения, связанные с конечным временем одной анализируемой или передаваемой реализации. Краевые эффекты и методы их уменьшения. 7. “Эффект частотола” при цифровой обработке сигналов. “Разрешенные” и “запрещенные” частоты при вычислении спектра дискретизированного во времени сигнала. 8. Восстановление непрерывного сигнала по дискретизированной последовательности. Полиномиальная интерполяция и экстраполяция сигналов. Схемы, реализующие полиномиальную интерполяцию первого и второго порядков. 9. Алгоритм одномерного и двумерного дискретного преобразования Фурье. Примеры компьютерных программ. 10. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Пример компьютерной программы. 11. Трасверсальные (нерекурсивные) цифровые фильтры (ЦФ). Порядок ЦФ. ЦФ с конечной импульсной характеристикой КИХ. Расчет комплексного коэффициента передачи КИХ ЦФ. Z – преобразование. 12. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ КИХ ЦФ первого и второго порядка. 13. Рекурсивные ЦФ. Каноническая схема рекурсивных ЦФ. ЦФ с бесконечной импульсной характеристикой БИХ. Расчет комплексного коэффициента передачи БИХ ЦФ. <p>Примеры расчета АЧХ и ФЧХ БИХ рекурсивного ЦФ первого и второго порядка.</p>	6	-	6	31.8	Л1. Л2.	Л. 1 С 87 - 151 Л.2 С.139-212 Составление отчётов по лабора- торным работам № 5 - 6	Защита отчетов по практически м занятиям и лабораторны м работам Проверка отчетов по самостоятель ной работе Коллоквиум Зачет
	Всего часов	18	0	18	71.8			

Список вопросов для работы со студентами на аудиторных занятиях

Лабораторная работа № 1

Численный расчет на ЭВМ пропускной способности m -ичного симметричного канала без памяти

1. Как в компьютерной программе вычисляются значения зависимости пропускной способности $C(p)$ (в бит/символ) m -ичного симметричного канала без памяти от вероятности p неправильной передачи символов?
2. Как в компьютерной программе определяется максимальное значение пропускной способности $C(p)$ (в бит/символ) m -ичного симметричного канала без памяти?
3. Как в компьютерной программе осуществляется нормировка графика по вертикали и как наносятся на вертикальную ось графика $C(p)$ численные значения меток?
4. Как в компьютерной программе наносятся на горизонтальную ось графика $C(p)$ численные значения меток?
5. Как в компьютерной программе избегаются неопределенности при вычислении $C(0)$? Каким образом вычисляется $C(0)$?
6. Проиллюстрировать на конкретных логических примерах причину возрастания пропускной способности двоичного и троичного каналов связи при стремлении вероятности p неправильной передачи символов к 1.
7. Каким образом в реальном m -ичном симметричном канале связи без памяти задать (сместить) рабочую точку на зависимости $C(p)$.

Лабораторная работа № 2

Исследование спектров детерминированных и случайных сигналов

1. Какой метод спектрального анализа АМ сигналов используется в работе? Какие еще методы спектрального анализа известны Вам?
2. С какой целью при вычислении спектра АМ сигнала используют две квадратурные компоненты $a[i]$, $b[i]$, хотя одна из этих компонент до преобразования Фурье обнуляется?
3. Какие математические операции выполняются в программе при вычислении отсчетных значений сигналов? Какие функции выполняют объявленные в программе массивы данных? Чем эти функции отличаются от функций, выполняемых в предыдущей лабораторной работе?
4. Какой физический смысл имеет параметр сигнала для каждого вида сигналов?
5. Составить программу для вычисления сигналов, изученных в работе.

Лабораторная работа № 4

Исследование статистики и энтропии источников текстовой (дискретной) информации

1. Как задается в программе №1 имя анализируемого текстового файла? В каком формате должен быть записан исходный текст? Найти цикл, в котором считывается исходный текст. Что служит условием окончания выполнения этого цикла?
2. Пояснить процедуру вычисления одномерной функции распределения (ОФР). В каком формате и в каком массиве хранятся значения ОФР?
3. Найти цикл, в котором осуществляется построение гистограммы ОФР. Каким образом осуществляется нормировка при построении гистограммы ОФР? Объяснить, каким образом можно на гистограмме подписать численные значения вероятностей появления отдельных символов.
4. Объяснить фрагмент программы № 1, в котором рассчитывается энтропия и избыточность сообщения. Что позволяет при вычислении энтропии игнорировать символами, вероятность которых меньше 10^{-16} ?
5. Предложить свой вариант программы №1, в котором обеспечивается оперативная смена алфавита. В этом случае алфавит языка (прописные и строчные буквы) должен полностью задаваться в виде двух строковых констант типа string. Сравнить между собой компактность, быстрдействие и удобство использования исходной и переделанной программ.
6. Предложить свой вариант программы №1, в котором на гистограмме символы отображаются в порядке убывания вероятностей их появления (см. рис.3).
7. В чем причина различий энтропии, определенной по одномерной и двумерной статистике текстовой информации?

Лабораторная работа № 5

Изучение принципов кодирования информации неравномерными кодами

1. В чем заключается сущность используемой в работе процедуры неравномерного кодирования?
2. Как в программе реализуется процедура отбрасывания незначащих нулей в старших разрядах кодов?
3. Как в программе определяется длина каждого неравномерного кода?
4. Как вычисляется средневзвешенное значение неравномерных кодов? Предложить вариант реализации алгоритма вычисления среднеарифметического значения длины кода в расчете на один символ сообщения.
5. В чем принципиальная разница в нахождении средневзвешенных и среднеарифметических значений количества бит на символ для неравномерных кодов?
6. При каких условиях и почему средневзвешенные значения случайной величины по ансамблю реализаций будут равны среднеарифметическому (среднему) значению случайной величины? Ответ пояснить конкретным примером.

Лабораторная работа № 6

Моделирование на ЭВМ методов избыточного помехоустойчивого кодирования-декодирования сообщений

1. Почему генерируемый шум является белым? При каких изменениях в программе генерируемый шум станет розовым?
2. Почему в работе используется центрированный шум, выступающий в роли помехи? Доказать теоретически, что при использовании в качестве помехи нецентрированного шума применяемый алгоритм исправления ошибок не даст желаемого результата.
3. Выводы какой фундаментальной теоремы теории вероятностей используются при вычислении отсчетных значений белого гауссовского шума?
4. Сравнить между собой белый и розовый шум с точки зрения особенности вносимых помех и ошибок при передаче дискретных сообщений. Указание. При ответе на данный вопрос сравнить между собой АКФ белого и розового шума (с прямоугольным спектром и со спектром Лоренца).
5. Сравнить между собой шум с гауссовским и равномерным распределением с точки зрения особенности вносимых помех и ошибок при передаче дискретных сообщений.
6. Как задается в программе уровень (мощность) шума. Чему равно отношение сигнал/шум?
7. Какой уровень пропускной способности гарантирует формула Шеннона для используемого в работе уровня шума?
8. В чем суть использованного в программе метода кодирования сообщения? К какой разновидности относятся получаемые коды?
9. Опишите процесс декодирования принятого сообщения.
10. Описать алгоритм исправления ошибок, используемый в работе. Почему в процессе декодирования помеха подавляется, а полезный сигнал остается прежним?