

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

17 февраля 2023 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Специальные вопросы цифровой радиосвязи

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Калабанов С.А. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Sergei.Kalabanov@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способен определять сферу внедрения результатов прикладных научных исследований в области своей профессиональной деятельности;
ПК-3	Способностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической и проектной документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- теоретические основы современных сетей и систем телекоммуникаций
- теоретические основы распространение радиоволн и основы телетрафика
- методы модуляции и демодуляции
- современные технологии цифровой радиосвязи

Должен уметь:

- понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения
- проводить анализ модулированных колебаний во временной и частотной области
- выбирать способы построения радиоканалов в зависимости от предъявляемых к нему требований
- проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций
- выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований
- учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности

Должен владеть:

- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области
- собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов
- способностью проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований
- способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов
- способность к разработке методов формирования и обработки сигналов, систем коммутации синхронизации и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах

Должен демонстрировать способность и готовность:

- самостоятельно работать с отечественной и зарубежной профессиональной литературой в области систем цифровой радиосвязи;
- оценивать потенциальную дальность обеспечения цифровой радиосвязи;
- оценивать вероятность битовой ошибки и скорость передачи данных;
- выбирать тип цифровой модуляции информационных сигналов;
- оценивать качество канала связи;
- решать задачи в области проектирования систем цифровой радиосвязи;
- применять полученные знания и умения в рамках своей профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Квантовые устройства и радиофотоника)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 52 часа(ов), в том числе лекции - 26 часа(ов), практические занятия - 26 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 92 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

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

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Классификация систем связи и передачи данных	3	2	0	2	0	0	0	8
2.	Тема 2. Поколения беспроводных АССИПД	3	2	0	2	0	0	0	7
3.	Тема 3. Технологии множественного доступа. Методы коммутации	3	2	0	2	0	0	0	7
4.	Тема 4. Компоненты современных систем связи	3	2	0	2	0	0	0	7
5.	Тема 5. Основы распространения радиоволн	3	2	0	2	0	0	0	7
6.	Тема 6. Механизмы и модели распространения радиоволн	3	2	0	2	0	0	0	7
7.	Тема 7. Модели замираний и сопутствующие эффекты	3	2	0	2	0	0	0	7
8.	Тема 8. Основы частотно-территориального планирования	3	2	0	2	0	0	0	7
9.	Тема 9. Целевые показатели теории телетраффика	3	2	0	2	0	0	0	7
10.	Тема 10. Уровень обслуживания. Модели Эрланга	3	2	0	2	0	0	0	7
11.	Тема 11. Дискретизация, квантование, низкочастотная модуляция	3	2	0	2	0	0	0	7
12.	Тема 12. Полосовая модуляция. Визуальные формы представления	3	2	0	2	0	0	0	7
13.	Тема 13. Виды полосовой модуляции	3	2	0	2	0	0	0	7
	Итого		26	0	26	0	0	0	92

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Классификация систем связи и передачи данных

Тема посвящена основам функционирования беспроводных систем и сетей передачи данных, принадлежащих к классу абонентских систем связи и передачи данных (АССиПД). WMAN - городские сети связи.

WLAN - сети связи предприятий и крупных учреждений.

WPAN - домашние сети связи.

WBAN - сети связи в пределах тела человека.

WMAN - Wireless Metropolitan Area Network - беспроводная сеть связи городского охвата.

WLAN - Wireless Local Area Network - беспроводная сеть связи локального охвата - сети предприятий, учреждений и пр.

WPAN - Wireless Personal Area Network - частная беспроводная сеть связи -домашние сети.

WBAN - Wireless Body Area Network - беспроводная сеть передачи данных в пределах тела человека.

### Тема 2. Поколения беспроводных АССиПД

Тема посвящена рассмотрению поколений мобильных сетей связи.

Все системы 1G были аналоговыми, т.е. использовали в процессе приема-передачи информации и голоса аналоговые сигналы. Основным отличием от сетей 0-го поколения являлась независимость от инфраструктуры ТфОП и исполнение абонентских терминалов в виде носимых и наладонных устройств-трубок.

### Тема 3. Технологии множественного доступа. Методы коммутации

Тема посвящена рассмотрению методов обеспечения одновременной работы нескольких пользователей в рамках одной системы связи.

Различают четыре основных технологии множественного доступа:

с пространственным (ПРК - SDMA ),

частотным (ЧРК - FDMA),

временным (ВРК - TDMA),

кодovým (КРК - CDMA) разделением каналов.

В современных телекоммуникационных системах также используется множество их смешанных разновидностей и модификаций. Далее будут рассмотрены базовые принципы организации всех четырех вышеперечисленных методов обеспечения множественного доступа.

### Тема 4. Компоненты современных систем связи

Тема посвящена рассмотрению структурной схемы обобщенной системы связи и каждого отдельного функционального блока в этой схеме .

Форматирование (обязательный элемент)- процесс представления исходной информации в наиболее удобном виде для дальнейшей обработки. Пример форматирования: разбивка исходного потока данных на структурные единицы: биты, блоки, фреймы, кадры и т.д. В процессе форматирования для аналоговых сигналов могут участвовать процессы дискретизации, т.е. преобразования исходного непрерывного сигнала в последовательность отсчетов и квантования. В итоге на выходе процедуры форматирования на передающей стороне мы получаем, например, последовательность бит  $m_i$ , где  $i = 1...N$ .

### Тема 5. Основы распространения радиоволн

Тема посвящена рассмотрению свойств среды для распространения радиоволн.

Обычно приемная и передающая антенны находятся в пределах видимости друг друга на достаточно большом расстоянии при условии распространения волны в свободном пространстве.

Сигнал, принимаемый приемной антенной, ослабевает согласно закону рассеивания энергии в свободном пространстве, что позволяет сформулировать модель распространения в свободном пространстве:

Мощность сигнала на приемной стороне является функцией от расстояния между приемником и передатчиком, возведенной при этом в некоторую степень.

### Тема 6. Механизмы и модели распространения радиоволн

Тема посвящена рассмотрению модели и механизма распространения радиоволн вне условий прямой видимости

Отражение радиоволн от объектов происходит, когда на пути распространения волны находится объект, чьи физические размеры значительно больше длины волны. Радиоволны могут отражаться от скал, зданий, стен.

Отражение - это основная причина эффекта многолучевого распространения в современных системах связи.

Почти из-за полного отсутствия эффектов отражения ДВ и КВ-волны передаются на огромные расстояния и могут быть приняты на противоположной стороне земного шара.

### Тема 7. Модели замираний и сопутствующие эффекты

Тема посвящена физическим процессам и их моделям, вызывающим флуктуацию мощности сигнала в радиотелекоммуникации

Физические процессы, вызывающие медленно изменяющиеся с расстоянием флуктуации напряженности поля называются медленными замираниями сигнала на антенне приемника.

Глубина медленных замираний, зависящая от значения дисперсии случайного распределения напряженности поля (и, соответственно, мощности сигнала на приемной стороне), определяет процент территории, на которой гарантируется величина сигнала, обеспечивающая нормальную работу абонентской станции.

### **Тема 8. Основы частотно-территориального планирования**

Тема посвящена задачам частотно-территориального планирования при проектировании приемо-передающих устройств

Одной из основных задач при проектировании приемо-передающих является задача частотно-территориального планирования (ЧТП), решением которой является структура сети для обеспечения максимально возможной телекоммуникационной нагрузки (телетрафика). Указанная задача состоит из двух подзадач:

- Обеспечение требуемой площади покрытия системы
- Качественное обслуживание как можно большего количества абонентов

### **Тема 9. Целевые показатели теории телетрафика**

Тема посвящена применению теории массового обслуживания к вопросам планирования и определения характеристик различных телекоммуникационных сетей.

С точки зрения теории телетрафика любая АССиПД обслуживает поток входящего трафика от абонентов и генерирует исходящий трафик к абонентам и/или для смежных систем.

### **Тема 10. Уровень обслуживания. Модели Эрланга**

Тема посвящена методам расчета интегральной оценки АССиПД при заданных параметрах качества обслуживания и известных технических и статистических характе

Для общей характеристики системы связи в рамках теории телетрафика вводится понятие уровень обслуживания (GOS-Grade of Service). GOS-это мера доступа к каналу в системе с концентрацией нагрузки в часы наибольшей нагрузки.

ристик системы связи

### **Тема 11. Дискретизация, квантование, низкочастотная модуляция**

Тема посвящена методам преобразования физических и аналоговых процессов в цифровую форму.

Абсолютное большинство существующих телекоммуникационных систем работает с данными в цифровой форме - в виде последовательности бит. В свою очередь, все существующие физические процессы (речь, изображение) являются непрерывными, аналоговыми. Таким образом, первоначальным является вопрос о преобразовании физических и аналоговых процессов в цифровую форму.

### **Тема 12. Полосовая модуляция. Визуальные формы представления**

Тема посвящена методам и типам ВЧ-модуляции.

Модуляция - это процесс преобразования исходной информации в вид, совместимый с характеристиками канала передачи данных.

Если низкочастотная модуляция представляет собой процесс преобразования исходной информации в последовательность импульсов, то полосовая модуляция представляет собой изменение высокочастотной несущей волны под действием указанных импульсов.

### **Тема 13. Виды полосовой модуляции**

Тема посвящена методам и типам ВЧ-модуляции

Системы фазовой модуляции являются наиболее легко реализуемыми с использованием цифровых устройств и являются доминирующими на сегодняшний день. Рассмотрим М-ичные системы фазовой манипуляции, т.е. системы, в которых фаза сигнала может принимать М-ичное количество состояний. Наиболее простой (и крайне часто применяющейся) системой фазовой манипуляции является двоичная фазовая манипуляция - ФМ-2 (BPSK (binary phase shift keying)).

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Обзор и сравнительный анализ стандартов цифровой транкинговой радиосвязи -

<https://www.sagatelecom.ru/encyclopedia/protocol/obzor-i-sravnitelnyy-analiz-standartov-tsifrovoy-trankingovoy-radiosvyazi/?ysclid=lmq>

Современные стандарты цифровой радиосвязи -

<https://asvagroup.com/2019/03/sovremennye-standarty-tsifrovoj-radiosvyazi/?ysclid=lmqxekeuhei864011994>

Цифровые виды связи - <https://www.ridxc.ru/czifrovye-vidy-svyazi/>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

Интернет-портал для ИТ-специалистов - <http://www.habrahabr.ru/>

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>

Научно-образовательный портал Томского университета систем управления и связи - <https://edu.tusur.ru/>

Образовательный портал для специалистов в области электроники и телекоммуникаций - <http://www.nist.gov/electronics-and-telecommunications-portal.cfm>

Официальный сайт Федерального агентства связи (Россвязь) - <http://www.rossvyaz.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Понять и запомнить все новые определения.</li> <li>- Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект.</li> <li>- Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются).</li> <li>- Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.</li> <li>- При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору.</li> </ul>
практические занятия	<p>Подготовку к практическим занятиям следует начинать с глубокого усвоения пройденного материала и учебной литературы. Все задания к практическому занятию необходимо выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике. Приступая к решению задачи, студент должен хорошо уяснить ее условие и исходя из уже полученных им знаний, установить, какие вопросы вытекают из содержания задачи. Решение задач должно быть мотивированным и обоснованным теоретически.</p>
самостоятельная работа	<p>Большое значение в этом процессе имеет самостоятельная работа с литературой, выработка рациональных приемов этого вида образовательной деятельности. Овладение рациональными приемами работы с литературными источниками является признаком сформированности у личности культуры умственного труда как одной из важнейших предпосылок дальнейшего самообразования. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучать по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.</p>
зачет	<p>Подготовка к зачету заключается в изучении и тщательной проработке студентом учебного материала дисциплины с учётом учебников, лекционных и семинарских занятий. При подготовке к зачету обучающиеся внимательно изучают конспект, рекомендованную литературу и делают записи по каждому вопросу. В преддверии зачета преподаватель заблаговременно проводит групповую консультацию и, в случае необходимости, индивидуальные консультации с обучающимися. При проведении консультации обобщается пройденный материал, раскрывается логика его изучения, привлекается внимание к вопросам, представляющим наибольшие трудности для всех или большинства обучающихся, рекомендуется литература, необходимая для подготовки к зачету. Зачет по курсу проводится в виде тестирования или по билетам. На зачете по билетам студент даёт ответы на вопросы билета после предварительной подготовки. Студенту предоставляется право отвечать на вопросы билета без подготовки по его желанию.</p>

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе "Квантовые устройства и радиофотоника".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.02.02 Специальные вопросы цифровой радиосвязи

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика  
Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

#### Основная литература:

1. Тищенко, А. Б. Многоканальные телекоммуникационные системы. Часть 1. Принципы построения телекоммуникационных систем с временным разделением каналов : учебное пособие / А.Б. Тищенко, Д.В. Сивоплясов, А.А. Сляднев. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2023. - 104 с. - (Высшее образование). - DOI: <https://doi.org/10.12737/5847>. - ISBN 978-5-369-01184-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1941750> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Технологии мобильной связи: услуги и сервисы: монография / А.Г. Бельтов, И.Ю. Жуков, Д.М. Михайлов, А.В. Стариковский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 206 с. - (Просто, кратко, быстро). ISBN 978-5-16-004889-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002710> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Першин, В. Т. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: учебное пособие / В.Т. Першин. - Москва: НИЦ ИНФРА-М; Минск : Нов. знание, 2013. - 614 с.: ил. - (Высшее образование : Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006703-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/405030> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Дегтярев, А. Н. Ортогонализация функций и повышение помехоустойчивости высокоскоростных систем передачи информации: монография. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2019. - 152 с. - (Научная книга). - ISBN 978-5-9558-0416-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009968> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.ДВ.02.02 Специальные вопросы цифровой радиосвязи*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.