


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»


Кафедра «Автоматики и информационных технологий в управлении»

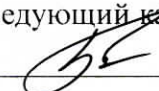
«СОГЛАСОВАНО»

Директор института  
магистратуры и аспирантуры  
 О.А. Бодров  
«26» 06 2020 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по РОПиМД  
 А.В. Корячко  
«06» 06 2020 г

Заведующий кафедрой АИТУ  
 П.В. Бабаян  
«26» 06 2020 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.02.01 «Современные технологии  
в телекоммуникационных системах»**

Направление подготовки

27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль) подготовки

«Обработка сигналов и изображений в информационно-управляющих системах»

Уровень подготовки

академическая магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Формы обучения – очная, очно-заочная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.10.2014 г. № 1414.

Разработчик  
доцент каф. АИТУ



А.Н. Гаврилов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматике и информационных технологий в управлении 4.06.2020 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой автоматике и  
информационных технологий в управлении



П.В. Бабаян

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы магистратуры

Рабочая программа по дисциплине «Современные технологии в телекоммуникационных системах» разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры), утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.10.2014 N 1414.

*Целью освоения дисциплины является:* формирование у будущих специалистов твердых теоретических знаний и практических навыков в части формирования профессиональных знаний в области технологий, применяемых в современных телекоммуникационных системах, пополнение базовых знаний в сфере передачи данных для дальнейшего их использования в задачах адаптации, совершенствования и развития телекоммуникационных технологий и систем.

*Основные задачи освоения учебной дисциплины:* получение системы знаний о принципах организации и функционирования современных информационных сетей и телекоммуникационных систем, используемых в них методов передачи данных, стандартов, спецификаций, применяемого телекоммуникационного оборудования, стандартных сетей передачи данных, особенностей известных информационных сетей и телекоммуникационных технологий.

| Коды компетенции | Содержание компетенций  | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине  |
|------------------|---|--|
| ОПК-1            | Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения  | <p><u>Знать:</u> основные проблемы в области построения и использования систем телекоммуникации.</p> <p><u>Уметь:</u> находить рациональные решения при построении и эксплуатации систем, использующих технологии передачи данных.</p> <p><u>Владеть:</u> информацией о современном состоянии теории, методов и средств обеспечения эффективного обмена данными на расстоянии.</p>   |
| ОПК-2            | Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры   | <p><u>Знать:</u> известные современные технологии передачи данных и их стандартные решения.</p> <p><u>Уметь:</u> использовать результаты освоения данной дисциплины в научных и проектно-конструкторских разработках, а также при адаптации известных технических решений в конкретных системах.</p> <p><u>Владеть:</u> современными программными средствами, позволяющими демонстрировать работоспособность известных или разрабатываемых методов и средств передачи данных.</p>                                      |
| ПК-4             | Способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов | <p><u>Знать:</u> программные средства разработки математических моделей телекоммуникационных систем и процессов и пакеты прикладных программ для их исследования.</p> <p><u>Уметь:</u> ставить задачи и использовать программные средства обработки данных, полученных при моделировании алгоритмов, устройств и систем телекоммуникации.</p> <p><u>Владеть:</u> современными программными средствами, позволяющими демонстрировать эффективность известных или разрабатываемых методов и средств передачи данных.</p> |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Современные технологии в телекоммуникационных системах» является обязательной, относится к вариативной части блока №1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) «Обработка сигналов и изображений в информационно-управляющих системах» направления подготовки академической магистратуры 27.04.04 Управление в технических системах ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 2 курсе в 3 семестре.

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков магистра для успешной профессиональной деятельности.

*Пререквизиты дисциплины.* До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

*Знать:*

- теоретические основы передачи данных,
- сетевые модели,
- основные сетевые протоколы и стандарты,
- базовые технологии построения компьютерных сетей,
- основные средства передачи информации.

*Уметь:*

- анализировать существующие телекоммуникационные технологии и стандартные средства телекоммуникаций;
- моделировать телекоммуникационные устройства и системы.

*Владеть:*

- знаниями о современном уровне развития информационных систем и телекоммуникаций;
- современными методами и приемами анализа информационных систем и телекоммуникаций;

*Взаимосвязь с другими дисциплинами.* Дисциплина «Современные технологии в телекоммуникационных системах» базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: «Информатика», «Вычислительные машины и микропроцессорная техника», «Информационные сети и телекоммуникации», «Моделирование информационных процессов и систем», «Программирование в системе MATLAB».

*Постреквизиты дисциплины.* Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Преддипломная практика», «Научно-исследовательская работа».

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (ЗЕ), 180 часов.

| <b>Вид учебной работы</b>             | <b>Всего часов</b>       |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины         | <b>180</b>               |
| Контактная работа (всего)             | 60,4                     |
| Лекции                                | 24                       |
| Лабораторные работы                   | 12                       |
| Практические занятия                  | 6                        |
| Курсовое проектирование               | 15,7                     |
| Консультации                          | 2                        |
| Контактная внеаудиторная работа (КВР) |                          |
| Иные формы работы (ИФР)               |                          |
| Самостоятельная работа (СР)           | 66,3                     |
| Иная контактная работа (ИКР)          | 0,65                     |
| Контроль                              | 53,4                     |
| Вид промежуточной аттестации          | экзамен, курсовой проект |

#### 4. Содержание дисциплины

В структурном отношении программа представлена следующими разделами:

Раздел 1. Современные технологии передачи данных в проводных сетях.

Раздел 2. Особенности беспроводных сетей.

Раздел 3. Стандартные технологии беспроводной передачи данных.

Раздел 4. Методы помехоустойчивого кодирования.

Раздел 5. Цифровая модуляция.

Раздел 6. Одночастотная и многочастотная передача данных.

Раздел 7. Кодовое разделение сигналов.

Раздел 8. Методы пространственного разнесения сигналов.

Раздел 9. Телемеханические системы.

#### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по разделам

##### *Раздел 1. Современные технологии передачи данных в проводных сетях*

Технологии Ethernet, Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, 10Gigabit Ethernet. Стандарты Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet и 10/40/100Gigabit Ethernet. Технологии Token-Ring, Arcnet, FDDI, 100VGAnyLAN, ATM.

Модемы. Стандарты на модемы и основные технические характеристики модемов. Стандарты на коррекцию ошибок и сжатие информации. Протоколы MNP. Рекомендации V.42 и V.42bis.

Телекоммуникационные технологии xDSL.

Используемая литература: [7.4, 7.13, 7.19, 7.22, 7.23]

## ***Раздел 2. Особенности беспроводных сетей***

Проблемы беспроводных сетей и пути их решения. Характер и источники помех в беспроводных сетях. Способы повышения достоверности приема. Методы доступа к передающей среде в беспроводных сетях: временное (TDM), частотное (FDM), кодовое (CDM) и пространственное (SDM) разделение сигналов. Одночастотная и многочастотные технологии передачи данных. Многочастотная передача с использованием дискретного преобразования (OFDM).

Используемая литература: [7.1 - 7.6, 7.12, 7.17]

## ***Раздел 3. Стандартные технологии беспроводной передачи данных***

Технологии Bluetooth (IEEE 802.15.1), ZigBee (IEEE 802.15.4) и WiFi (IEEE 802.11). Основные принципы действия беспроводных локальных сетей стандарта IEEE 802.11. Технология Bluetooth: принцип действия, спецификации, профили. Технология ZigBee: области применения, особенности, спецификации, профили. Стандарт широкополосного доступа WiMax (IEEE 802.16).

Используемая литература: [7.1, 7.8, 7.17]

## ***Раздел 4. Методы повышения достоверности приема***

Систематические, циклические, сверточные коды. Турбокоды. Моделирование процессов помехоустойчивого кодирования. Повышение достоверности приема данных с помощью обратной связи.

Используемая литература: [5.2, 5.5, 7.2, 7.5, 7.6, 7.16, 7.17]

## ***Раздел 5. Цифровая модуляция***

Понятие и виды цифровой модуляции. Векторные диаграммы и сигнальные созвездия, многопозиционные виды модуляции: M-FSK, M-PSK, M-DPSK, M-PAM, M-QAM. Зависимость скорости передачи данных и помехоустойчивости от кратности модуляции. Моделирование процессов цифровой модуляции.

Используемая литература: [5.1, 7.5, 7.6, 7.12, 7.16, 7.17]

## ***Раздел 6. Одночастотная и многочастотная передача данных***

Технологии одночастотной (SD) и многочастотной (FDM). Многочастотная передача с ортогональными поднесущими (OFDM). Многочастотная передача с использованием дискретного преобразования Фурье. Передача с перестройкой несущей частоты (FHSS). Моделирование методов многочастотной передачи данных.

Используемая литература: [7.1, 7.3, 7.6 - 7.11, 7.14]

## ***Раздел 7. Кодовое разделение сигналов***

Стандарт CDMA. Расширение спектра методом прямой последовательности - передача на основе шумоподобных сигналов. Последовательности Уолша. Матрица Адамара. Параметры сетей стандарта IS-95. Процессы передачи в нисходящем и восходящем каналах.

Используемая литература: [7.1, 7.2, 7.10]

## ***Раздел 8. Методы пространственного разнесения сигналов***

Метод оптимального линейного сложения (MRC). Пространственно-временное кодирование по методу Аламоути. Пространственно-временные блочные коды для разного

числа антенн. Сравнение характеристик различных пространственно-временных блочных кодов. Моделирование методов разнесенной передачи и разнесенного приема сигналов.

Используемая литература: [7.1, 7.2, 7.8, 7.20]

#### **Раздел 9. Телемеханические системы**

Понятие телемеханической системы. Телемеханические функции. Мало- и многофункциональные телемеханические системы. Структура и алгоритмы работы телемеханической системы. Форматы кодовых посылок. Представление сигналов для передачи по линии связи. Защита передаваемых данных от искажений: помехоустойчивое кодирование и обратная связь.

Используемая литература: [5.3, 5.4]

#### **4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

| № п/п | Тема  | Общая трудоемкость, всего часов | Контактная работа обучающихся с преподавателем |        |                             |                     | Самостоятельная работа обучающихся, КП | Контроль |
|-------|---|---------------------------------|--|--------|-----------------------------|---------------------|--|----------|
|       |   |                                 | всего  | лекции | практические занятия (упр.) | лабораторные работы |  |          |
| 1     | 2   | 3                               | 4  | 5      | 6                           | 7                   | 8                                      | 9        |
|       | <i>Раздел 1. Современные технологии передачи данных в проводных сетях</i>   | <b>22</b>                       | 4  | 4      |                             |                     | 18                                     |          |
| 1.1   | Технологии Ethernet, Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, 10Gigabit Ethernet. Стандарты Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet и 10Gigabit Ethernet. Технологии Token-Ring, Arcnet, FDDI, 100VGAnyLAN, ATM. | 8                               | 2  | 2      |                             |                     | 6                                      |          |
| 1.2   | Модемы. Стандарты на модемы и основные технические характеристики модемов. Стандарты на коррекцию ошибок и сжатие информации. Протоколы MNP. Рекомендации V.42 и V.42bis.                                   | 8                               | 2  | 2      |                             |                     | 6                                      |          |
| 1.3   | Телекоммуникационные технологии xDSL.   | 6                               |  |        |                             |                     | 6                                      |          |
|       | <i>Раздел 2. Особенности бес-</i>   | <b>32</b>                       | 20   | 8      | 4                           | 8                   | 12                                     |          |

|      |   |           |    |   |   |   |   |
|------|---|-----------|----|---|---|---|---|
|      | <i>проводных сетей</i>  |           |    |   |   |   |   |
| 2.1  | Проблемы беспроводных сетей и пути их решения. Влияние интерференции волн. Характер и источники помех в беспроводных сетях. Вопросы безопасности.   | 6         | 2  | 2 |   |   | 4 |
| 2.2  | Способы повышения достоверности приема.   | 20        | 16 | 4 | 4 | 8 | 4 |
| 2.3  | Методы доступа к передающей среде в беспроводных сетях: Временное (TDM), частотное (FDM), кодовое (CDM) и пространственное (SDM) разделение сигналов.   | 6         | 2  | 2 |   |   | 4 |
|      | <i>Раздел 3. Стандартные технологии беспроводной передачи данных</i>  | <b>12</b> | 4  | 4 |   |   | 8 |
| 3.1  | Технологии Bluetooth (IEEE 802.15.1), ZigBee (IEEE 802.15.4) и Wi-Fi (IEEE 802.11). Основные принципы действия беспроводных локальных сетей стандарта IEEE 802.11.                              | 6         | 2  | 2 |   |   | 4 |
| 3.2  | Технология Bluetooth: принцип действия, спецификации, профили. Технология ZigBee: области применения, особенности, спецификации, профили. Стандарт широкополосного доступа WiMax (IEEE 802.16). | 6         | 2  | 2 |   |   | 4 |
|      | <i>Раздел 4. Методы помехоустойчивого кодирования</i>   | <b>14</b> | 6  | 4 | 2 |   | 8 |
| 4.1  | Сверточные коды. Турбокоды. Декодирование турбокодов.   | 6         | 2  | 2 |   |   | 4 |
| 4.2. | Моделирование процессов помехоустойчивого   | 8         | 4  | 2 | 2 |   | 4 |



|     |   |           |           |          |          |          |          |
|-----|---|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
|     | кодирования.  |           |           |          |          |          |          |
|     | <i>Раздел 5. Цифровая модуляция</i>   | <b>22</b> | <i>14</i> | <i>4</i> | <i>6</i> | <i>4</i> | <i>8</i> |
| 5.1 | Понятие и виды цифровой модуляции. Векторные диаграммы и сигнальные созвездия, многопозиционные виды модуляции: M-FSK, M-PSK, M-DPSK, M-PPM, M-QAM.   | 10        | 6         | 2        | 4        |          | 4        |
| 5.2 | Зависимость скорости передачи данных и помехоустойчивости от кратности модуляции. Моделирование процессов цифровой модуляции.   | 12        | 8         | 2        | 2        | 4        | 4        |
|     | <i>Раздел 6. Одночастотная и многочастотная передача данных</i>   | <b>14</b> | <i>6</i>  | <i>4</i> | <i>2</i> |          | <i>8</i> |
| 6.1 | Технологии одночастотной (SD) и многочастотной (FDM). Многочастотная передача с ортогональными поднесущими (OFDM). Многочастотная передача с использованием дискретного преобразования Фурье. | 8         | 4         | 2        | 2        |          | 4        |
| 6.2 | Передача с перестройкой несущей частоты (FHSS). Моделирование методов многочастотной передачи данных.   | 6         | 2         | 2        |          |          | 4        |
|     | <i>Раздел 7. Кодовое разделение сигналов</i>  | <b>13</b> | <i>4</i>  | <i>4</i> |          |          | <i>9</i> |
| 7.1 | Стандарт CDMA. Расширение спектра методом прямой последовательности - передача на основе шумоподобных сигналов. Последовательности Уолша. Матрица Адамара.                                    | 6         | 2         | 2        |          |          | 4        |
| 7.2 | Параметры сетей стандарта IS-95. Процессы передачи в  | 7         | 2         | 2        |          |          | 5        |

|     |  |            |           |          |          |          |          |    |
|-----|--|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----|
|     | нисходящем и восходящем каналах. Схемы Фибоначчи и Галоиса.  |            |           |          |          |          |          |    |
|     | <i>Раздел 8. Методы пространственного разнесения сигналов</i>  | <b>22</b>  | <i>14</i> | <i>4</i> | <i>4</i> | <i>6</i> | <i>8</i> |    |
| 8.1 | Метод оптимального линейного сложения (MRC). Пространственно-временное кодирование по методу Аламоути.   | 12         | 8         | 2        | 2        | 4        | 4        |    |
| 8.2 | Пространственно-временные блочные коды для разного числа антенн. Сравнение характеристик различных пространственно-временных блочных кодов. Моделирование методов разнесенной передачи и разнесенного приема сигналов. | 12         | 6         | 2        | 2        | 2        | 6        |    |
|     | Контроль   | <b>27</b>  |           |          |          |          |          |    |
|     | Всего:   | <b>180</b> | 72        | 36       | 18       | 18       | 81       | 27 |

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

- 5.1 Гаврилов А.Н. Исследование помехоустойчивости цифровых видов модуляции: методические указания к лабораторной работе / Рязан. гос. радиотехн. ун-т., Рязань, 2012. - 16 с.
- 5.2 Гаврилов А.Н. Исследование CRC-кодов: методические указания к лабораторной работе / Рязан. гос. радиотехн. акад., Рязань, 2006. - 16 с.
- 5.3 Гаврилов А.Н., Вираховский Н.И. Телемеханика: методич. указания к курсовому проектированию/ Рязан. гос. радиотехн. ин-т., Рязань, 1992. - 28 с.
- 5.4 Гаврилов А.Н., Вираховский Н.И. Схемотехника цифровых систем телемеханики: методич. указания к курсовому проектированию/ Рязан. гос. радиотехн. ин-т., Рязань, 1993. - 28 с.
- 5.5 Гаврилов А.Н. Исследование систематических кодов: методич. указания к лабораторной работе / Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2016.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Современные технологии в телекоммуникационных системах»).

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная учебная литература:**

- 7.1 Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи. – М.: Техносфера, 2006 г. – 288 с.
- 7.2 Шлома А.М., Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шумов А.П. Новые технологии в системах мобильной радиосвязи / Под ред. Шломы А.М. - М.: Инсвязьиздат. 2005. – 455 с.
- 7.3 Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шлома А.М., Шумов А.П. Технология OFDM. Учеб. пособие для вузов. – М.: «Горячая линия - Телеком», 2015 г. – 360 с.
- 7.4 Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учеб. пособие для вузов. – СПб.: Питер. 2005. - 863 с
- 7.5 Скляр, Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. - 1104 с.
- 7.6 Прокис Д.Д. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь. 2000 г. -797 с.
- 7.7 Маглицкий Б.Н. Основы технологии OFDM [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Маглицкий. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 115 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74673.html>
- 7.8 Носов В.И. Методы повышения помехоустойчивости систем радиосвязи с использованием технологии ММО и пространственно-временной обработки сигнала [Электронный ресурс]: монография / В.И. Носов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. — 316 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40536.html>

- 7.9 Власов В.А. OFDM в современных технологиях связи. Выбор параметров OFDM сигнала [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Власов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский технический университет связи и информатики, 2012. — 17 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63309.html>
- 7.10 Маглицкий Б.Н. Методы передачи данных в сотовых системах связи [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.Н. Маглицкий. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2013. — 178 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45479.html>
- 7.11 Носов В.И. Обработка сигналов при ортогональном частотном мультиплексировании [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Носов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. — 349 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40539.html>
- 7.12 Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра. - М.: Радио и связь. 2000 г. – 519 с.
- 7.13 Артюшенко В.М. Цифровые сети доступа технологии xDSL [Электронный ресурс] / В.М. Артюшенко, Н.В. Белянина. — Электрон. текстовые данные. — М.: Современная гуманитарная академия, 2010. — 210 с. — 978-5-8323-0731-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16910.html>

#### **Дополнительная учебная литература:**

- 7.14 Формирование и обработка сигнала в системах мобильной связи с технологией OFDM (имитационное моделирование в системе MATLAB&SIMULINK) (MatLab 2011a) [Электронный ресурс] : практикум № 30 / . — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский технический университет связи и информатики, 2014. — 22 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63369.html>
- 7.15 Лазарев В.Г. Интеллектуальные цифровые сети. М.: 1996 г. – 224 с.
- 7.16 Ипатов В. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов: принципы и приложения. Техносфера, 2007 г. - 488 с.
- 7.17 Вишневский В.М. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G [Электронный ресурс]: монография / В.М. Вишневский, С.Л. Портной, И.В. Шахнович. — Электрон. текстовые данные. — М.: Техносфера, 2009. — 472 с. — 978-5-94836-223-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12737.html>
- 7.18 Носов В.И. Моделирование систем связи в среде MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Носов, Р.С. Тимощук, Н.В. Дроздов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2006. — 165 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55482.html>
- 7.19 Олифер В.Г. Основы сетей передачи данных [Электронный ресурс] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 219 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73702.html>
- 7.20 Применение технологии ММО в системах радиосвязи [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2015. — 32 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61526.html>
- 7.21 Кокорева Е.В. Основы беспроводной связи [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Е.В. Кокорева, А.С. Белезекова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и

информатики, 2015. — 70 с. — 2227-8397. — Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/55489.html>

- 7.22 Логутенко О.И. Современные модемы. - М.: Эко-Трендз, 2002 г. - 343 с.
- 7.23 Компьютерная связь через модем. Учеб. пособие / А.Н. Гаврилов. Рязан. гос. радиотехн. акад. Рязань, 1996. - 64 с.
- 7.24 Учебно-методическое пособие по курсу Компьютерное моделирование обработки сигналов в информационных системах [Электронный ресурс] / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 44 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61487.html>

## **8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

### **Электронные образовательные ресурсы:**

- 8.1 Рашич А. В. Сети беспроводного доступа WiMAX: учеб. пособие / Рашич А.В.— СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 179 с. — Режим доступа:  
<http://window.edu.ru/resource/171/75171>
- 8.2 Крейнделин В.Б. , Варукина Л.А. Методы обработки сигналов в системах с пространственно-временным кодированием: Учебное пособие / МТУСИ.-М., 2009.-31с. — Режим доступа: <http://kibia.ru/teachers/kreindelin/pdf/3.pdf>
- 8.3 Крейнделин В.Б., Мамзелев С.И. Технологии беспроводных локальных сетей: Учебное пособие / МТУСИ.-М.,2002.-56с. — Режим доступа:  
<http://kibia.ru/teachers/kreindelin/pdf/11.pdf>
- 8.4 Крейнделин В. Б., Панкратов Д.Ю. Крейнделин В.Б., Колесников А.В. Оценивание параметров канала в системах связи с ортогональным частотным мультиплексированием: Учебное пособие / МТУСИ.-М., 2010.-29с. — Режим доступа:  
<http://kibia.ru/teachers/kreindelin/pdf/6.pdf>
- 8.5 Крейнделин В.Б., Колесников А.В. Оценивание параметров канала в системах связи с ортогональным частотным мультиплексированием: Учебное пособие / МТУСИ.-М., 2010.-29с. — Режим доступа: <http://kibia.ru/teachers/kreindelin/pdf/6.pdf>

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:**

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС).
2. Электронная библиотека РГРТУ.
3. Электронная библиотечная система "Лань"
4. Электронно-Библиотечная Система "IPRbooks"

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины**

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

- изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут,
- изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут,
- изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

## **9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)**

При изучении дисциплины полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут);
- при подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (минимум 1 час) для работы с литературой в библиотеке.

## **9.3. Рекомендации по работе с литературой**

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по педагогике высшей школы. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько простых вопросов по данной теме. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чем этот параграф?», «Какие новые понятия введены, каков их смысл?».

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **Перечень лицензионного программного обеспечения:**

- 1) Операционная система Windows XP/7/10. Корпоративная лицензия Microsoft Imagine Membership ID 700565235;
- 2) Пакет Matlab. Matlab License 666252 Use-Option: Classroom - Concurrent Term: Perpetual;

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

Для освоения дисциплины применяется следующее материально-техническое обеспечение.

1. Для проведения лекционных занятий имеются:
  - аудитории (445, 440) с достаточным количеством посадочных мест, соответствующие необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;
  - комплект электронных презентаций/слайдов;
  - аудитории, оснащены презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);

2. Для проведения практических занятий, лабораторных и учебно-исследовательских работ имеются аудитории (430,449,440), оснащенные персональными компьютерами с установленной операционной системой Microsoft Windows 7, а также презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук). На компьютерах установлены:

- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы и др.;
- система MATLAB для проведения научных исследований, снабженная демонстрационными модулями и ПО для моделирования устройств и алгоритмов телекоммуникационных систем.

3. Прочее:

- рабочие места преподавателя и студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры).