

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

**ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ  
(МТУСИ)**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор ИПК МТУСИ



В.В. Воскобович

2016 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПО КУРСУ  
«ВВЕДЕНИЕ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ. ЧАСТЬ I – СИСТЕМЫ  
СВЯЗИ»**

**1. Общая характеристика программы**

1.1. Тип дополнительной профессиональной программы: программа повышения квалификации (далее – программа).

1.2. Программа разработана в соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки Российской Федерации «Сборник методических материалов «Дополнительное профессиональное образование: о законодательном и методическом обеспечении, 2015 г.» с учетом квалификационных требований к результатам освоения образовательных программ и направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

1.3. К освоению программы допускаются: лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование, а также лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

1.4. Обучение по программе осуществляется на основе договора об образовании, заключаемого со слушателем и (или) с физическим или юридическим лицом, обязующимся оплатить обучение лица, зачисляемого на обучение.

1.5. Срок освоения программы: 72 часа. Срок освоения может определяться договором об образовании.

1.6. Форма обучения: очная, очно-заочная.

1.7. Категория обучающихся: специалисты телекоммуникационных компаний, не имеющие профильного образования в области связи, лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование и лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

1.8. Формы аттестации: итоговая аттестация - после освоения всей программы.

1.9. Выдаваемый документ: лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации.

1.10. При освоении программы параллельно с получением высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании.

1.11. Удостоверение о повышении квалификации по результатам обучения по программам дополнительного профессионального образования дает право заниматься определенной профессиональной деятельностью и (или) выполнять конкретные трудовые функции, для которых определены обязательные требования к наличию квалификации.

## **1.2. Цели обучения.**

**Цель:** Формирование у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области связи. Получение начальных знаний об основах систем связи. В результате освоения программы предусмотрено совершенствование компетенций и получение следующих новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности слушателей, и повышения их профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации:

- способность разбираться в классификации и основных принципах современных систем связи;
- способность ориентироваться в современной отраслевой терминологии;
- способность понимать тенденции развития связи.

## **1.3 Планируемые результаты обучения**

Слушатель в результате освоения программы «Введение в телекоммуникации – Часть I» должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества;
- решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе полученных знаний;
- различать виды сигналов, разбираться в схемах и таблицах.

В результате освоения программы слушатель должен знать:

- основные понятия, элементы и характеристики телекоммуникационных систем;
- структуру систем электрической связи, основные понятия и характеристики систем связи, виды устройств и сигналов, их преобразования в каналах связи;
- основы принципов организации телекоммуникационных систем;
- теоретические основы систем связи;

## 2. Содержание программы

### 2.1. Учебный план

| № п/п | Наименование разделов программы   | Всего часов | Аудиторные занятия |          | СРС | Формы контроля |
|-------|---|-------------|--------------------|----------|-----|----------------|
|       |   |             | Лекции и           | Практич. |     |                |
| 1     | Система связи:<br>Структура, основные понятия и характеристики.<br>Виды электрических устройств | 4           | 2                  | -        | 2   |                |
| 2     | Сигналы и их спектры.<br>Дискретизация и восстановление непрерывного сигнала по его отсчетам    | 4           | 2                  | -        | 2   |                |
| 3     | Импульсно-кодовая модуляция. Квантование.<br>Регенерация сигнала ИКМ, АЦП и ЦАП                 | 4           | 2                  | -        | 2   |                |
| 4     | Преимущества цифровых систем. Модуляция и демодуляция   | 4           | 2                  | -        | 2   |                |
| 5     | Информационные сигналы и помехи как случайные процессы  | 4           | 2                  | -        | 2   |                |
| 6     | Помехоустойчивость регенерации двоичных сигналов методом однократного отсчета                   | 4           | 2                  |          | 2   |                |
| 7     | Оптимальный приемник двоичных сигналов на основе корреляторов и согласованных фильтров.         | 4           | 2                  |          | 2   |                |
| 8     | Сравнение потенциальной помехоустойчивости систем с различными видами модуляции                 | 4           | 2                  | -        | 2   |                |
| 9     | Линии связи   | 8           | 4                  |          | 4   |                |
| 10    | Мобильные системы радиосвязи  | 6           | 4                  |          | 2   |                |

|    |   |    |    |   |    |              |
|----|---|----|----|---|----|--------------|
| 11 | Основы теории информации  | 4  | 2  |   | 2  |              |
| 12 | Скорость, пропускная способность, информационная эффективность канала связи | 4  | 2  |   | 2  |              |
| 13 | Суть и виды кодирования. Статистическое кодирование (сжатие информации)     | 4  | 2  |   | 2  |              |
| 14 | Помехоустойчивое кодирование  | 4  | 2  |   | 2  |              |
| 15 | Системы с обратной связью   | 4  | 2  |   | 2  |              |
| 16 | Многоканальные системы связи  | 4  | 2  |   | 2  |              |
| 17 | Итоговая аттестация   | 2  | 2  | - | -  | тестирование |
|    | Итого:  | 72 | 38 |   | 34 |              |

## 2.2. Календарный учебный график

| № п/п | наименование темы  | кол-во часов | День недели |
|-------|--|--------------|-------------|
| 1     | Система связи:<br>Структура, основные понятия и характеристики. Виды электрических устройств | 2            | Понедельник |
| 2     | Сигналы и их спектры. Дискретизация и восстановление непрерывного сигнала по его отсчетам    | 2            |             |
| 3     | Импульсно-кодовая модуляция. Квантование. Регенерация сигнала ИКМ, АЦП и ЦАП                 | 2            |             |
| 4     | Преимущества цифровых систем. Модуляция и демодуляция  | 2            |             |
| 5     | Информационные сигналы и помехи как случайные процессы                                       | 2            | Вторник     |
| 6     | Помехоустойчивость регенерации двоичных сигналов методом однократного отсчета                | 2            |             |
| 7     | Оптимальный приемник двоичных сигналов на основе корреляторов и согласованных фильтров.      | 2            |             |
| 8     | Сравнение потенциальной  | 2            |             |

|    |   |   |         |
|----|---|---|---------|
|    | помехоустойчивости систем с различными видами модуляции                     |   |         |
| 9  | Линии связи   | 4 | Среда   |
| 10 | Мобильные системы радиосвязи  | 4 |         |
| 11 | Основы теории информации  | 2 |         |
| 12 | Скорость, пропускная способность, информационная эффективность канала связи | 2 | Четверг |
| 13 | Суть и виды кодирования. Статистическое кодирование (сжатие информации)     | 2 |         |
| 14 | Помехоустойчивое кодирование  | 2 | Пятница |
| 15 | Системы с обратной связью   | 2 |         |
| 16 | Многоканальные системы связи  | 2 |         |
| 17 | Итоговая аттестация   | 2 |         |

### 2.3. Рабочая программа учебного курса

| № п/п | Наименование тем рабочей программы  |
|-------|---|
| 1     | <p><b>Тема 1. Система связи.</b><br/>           Структура, основные понятия и характеристики.<br/>           Структурная схема телекоммуникационной системы.<br/>           Основные понятия, элементы и характеристики телекоммуникационных систем.<br/>           Виды электрических устройств. Классификация и характеристики электрических цепей.</p> |
| 2     | <p><b>Тема 2. Сигналы и их спектры.</b><br/>           Классификация сигналов.<br/>           Радиоволны.<br/>           Дискретизация и восстановление непрерывного сигнала по его отсчетам.<br/>           Теорема Котельникова.</p>  |
| 3     | <p><b>Тема 3. Импульсно-кодовая модуляция.</b><br/>           Преобразование аналоговых сигналов в цифровые и обратно.<br/>           Квантование.<br/>           Регенерация сигнала ИКМ, АЦП и ЦАП</p>  |

|    |   |
|----|---|
| 4  | <p><b>Тема 4. Преимущества цифровых систем.</b><br/>Модуляция и демодуляция.<br/>Виды модуляции гармонического сигнала.<br/>Формирование и детектирование моделированных сигналов.<br/>Преимущества цифровых систем.</p>  |
| 5  | <p><b>Тема 5. Информационные сигналы и помехи как случайные процессы.</b> Реализации случайного процесса. Функции распределения вероятностей случайных величин. Числовые характеристики случайных величин. Стационарные и эргодические случайные процессы. Нормальный (гауссов) случайный процесс.</p>  |
| 6  | <p><b>Тема 6. Помехоустойчивость регенерации двоичных сигналов методом однократного отсчета.</b><br/>Структурная схема регенератора ИКМ сигнала.<br/>Реализации помехи, суммы импульсного сигнала и помехи и их функции плотности вероятности.</p>  |
| 7  | <p><b>Тема 7. Оптимальный приемник двоичных сигналов на основе корреляторов и согласованных фильтров.</b><br/>Оптимальный прием дискретных сигналов.<br/>Оптимальный приемник Котельникова.<br/>Принцип работы простейшего приемника двоичных сигналов методом однократного отсчета.<br/>Оптимальный корреляционный приемник двоичных сигналов.</p> |
| 8  | <p><b>Тема 8. Сравнение потенциальной помехоустойчивости систем с различными видами модуляции.</b><br/>Сигналы дискретной модуляции и их описание.<br/>Векторные диаграммы сигналов ДАМ, ДЧМ и ДФМ.<br/>Параметры сигналов дискретной модуляции.</p>  |
| 9  | <p><b>Тема 9. Линии связи.</b><br/>Виды направляющих систем электросвязи и их основные свойства.<br/>Оптические кабельные линии.</p>  |
| 10 | <p><b>Тема 10. Мобильные системы радиосвязи.</b><br/>Разновидности сетей подвижной телефонной связи, этапы их развития.<br/>Структура сети сотовой подвижной связи, принципы функционирования сети.</p>   |
| 11 | <p><b>Тема 11. Основы теории информации.</b><br/>Основные понятия: взаимная информация, энтропия источника, количество информации.<br/>Количественные меры и единицы измерения информации.<br/>Свойства количественной меры информации.<br/>Информационные характеристики источников сообщений</p>  |

|    |   |
|----|---|
| 12 | <p><b>Тема 12. Скорость, пропускная способность, информационная эффективность канала связи.</b></p> <p>Энтропия источника независимых и зависимых дискретных сообщений.</p> <p>Избыточность источника.</p> <p>Производительность источника.</p> <p>Информационные характеристики каналов связи.</p> |
| 13 | <p><b>Тема 13. Суть и виды кодирования.</b></p> <p>Статистическое кодирование (сжатие информации).</p> <p>Теоремы Шеннона. Принципы статистического кодирования.</p> <p>Статистический (эффективный) код Хаффмана.</p>  |
| 14 | <p>Помехоустойчивое кодирование. Понятие помехоустойчивого кода.</p> <p>Суть помехоустойчивого кодирования и декодирования.</p> <p>Связь корректирующей способности кода с кодовым расстоянием.</p>   |
| 15 | <p><b>Тема 15. Системы с обратной связью.</b></p> <p>Система передачи данных с обратной связью.</p> <p>Принцип работы системы передачи данных с РОС.</p>  |
| 16 | <p><b>Тема 16. Многоканальные системы связи.</b></p> <p>Принципы организации многоканальной связи.</p> <p>Частотное разделение каналов.</p> <p>Временное разделение каналов.</p> <p>Кодовое разделение каналов.</p>   |

### 3. Кадровые условия

По всем темам программы, лекторами являются ведущие специалисты предприятий связи, преподаватели МТУСИ и ведущих ВУЗов, имеющие многолетний опыт преподавания, имеющие ученую степень кандидата наук базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины.

### 4. Учебно-методическое обеспечение.

Учебно-методическое обеспечение содержит учебные и учебно-методические пособия, необходимую информационную базу, в том числе журналы в профессиональной области, научную литературу. Учебный процесс обеспечен лабораторным оборудованием, вычислительной техникой, программными средствами в соответствии с содержанием программы.

### 5. Формы промежуточной и итоговой аттестации

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является тестирование. Тестирование проводится по тестам, которые включают 16 теоретических вопросов с вариантами ответов от 2-х до 5-ти. Для допуска к итоговой аттестации слушатель должен посещать занятия, проявлять активность в аудитории, выполнить все практические задания, научиться

решать задачи по основным разделам курса. Оценка знаний слушателей производится по следующим критериям: - оценка «зачет» выставляется слушателю, если он ответил на 80% вопросов теста; - оценка «незачет» выставляется слушателю, если он ответил менее чем на 80% вопросов теста и не ответил на дополнительные вопросы.

## 6. Рекомендуемая литература

### Основная литература

1. Аджемов А.С. Мир информационной реальности. – М.: ИРИАС, 2006. – 296 с.
2. Добаткина Н.В. Основы теории телекоммуникаций / М.: Интерэкмс 2010 – 175 с.
3. Телекоммуникации. Руководство для начинающих/Мур М., Притски Т., Риггс К., Сауфвик П. СПб.: БХВ – Петербург, 2005 -624 с.
4. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3 томах. Том 1 – Современные технологии/ Крук Б.И., Попантопуло В.Н., Шувалов В.П. // Под ред. Проф. В.П. Шувалова. Изд. 3-е, испр. И доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 647 с.
5. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3 томах. Том 2 – Радиосвязь, радиовещание, телевидение/ Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Шувалов В.П. // Под ред. Проф. В.П. Шувалова. Изд. 2-е испр. И доп. – М.: Горячая линия – Телеком 2005. – 672 с.
6. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3 томах. Том 3 – Мультисервисные сети/ Величко В.В., Субботин Е.А., Шувалов В.П. Ярославцев А.Ф. // Под ред. Проф. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.
7. Костров Б.В. Телекоммуникационные системы и вычислительные сети: Учебное пособие. – М.: ТЕХБУК, 2005. – 256 с.
8. Стеценко О.А. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник. – М.: Высш. Шк., 2007. – 432 с.
9. Прокис Джон. Цифровая связь / пер. с англ. // Под ред. Кловского Д.Д. М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
10. Скляр Бернанд. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 114 с.
- 11.Кордонский Э.В., Шульга В.Г. Введение в электросвязь – М.: ООО «Фокус» 2002. – 335 с.
- 12.Сухоруков А.С. Теория электрической связи. (Ч 1) Конспект лекций – М.: МТУСИ, Центр ДО, 2002.
- 13.Теория электрической связи: Учебное пособие / Алексеева Т.Л., Добаткина Н.В., Кожанова Г.К., Петрович Н.Т. Санников В.Г., Сухоруков А.С. / Под ред. В.Г. Санникова. – М.: МТУСИ, 1991. – 55 с.



14. В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов;  
под ред. В.П. Ипатова. — М.: Горячая линия-Телеком, 2003. — 272 с.

#### Дополнительные источники:

1. Макаренко С.И., Сапожников В.И., Захаренко Г.И., Федосеев В.Е. Системы связи: Учебное пособие для студентов (курсантов) вузов. - Воронеж: ВАИУ, 2011. - 285 с.
2. Лохвицкий М.С., Мардер Н.С. Сотовая связь: от поколения к поколению. Учебное пособие для ВУЗов.-М.:Икар, 2014, 236 с.
3. Теория электрической связи: Учебник для ВУЗов / Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Коржик В.И., Назаров М.В. / под редакцией Кловского Д.Д. М.: Радио и связь 1998. 433 с.
4. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации: Учеб. пособие / А.С. Аджемов, М.В. Назаров, Ю.В. Парамонов, В.Г. Санников. – М.: МТУСИ, 1997.
5. Молчанов В.Н., Наумов Н.М., Санников В.Г. Математическое представление сообщений, сигналов и помех: Учеб. пособие. – М.: МТУСИ, 1999.
6. Санников В.Г. Сборник задач по курсу «Теория электрической связи». Часть 2: Учеб. пособие. – М.: МТУСИ, 1992.
7. Санников В.Г. Сборник задач по курсу «Теория электрической связи»: Учеб. пособие. – М.: МТУСИ, 2001.
8. Санников В.Г. Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция: Учеб. пособие. – М.: МТУСИ, 2006.

#### Интернет-ресурсы

[http://radiotexnik-tizimlar.narod.ru/tema\\_1/1/glava2/2.1.html](http://radiotexnik-tizimlar.narod.ru/tema_1/1/glava2/2.1.html)

<http://mobile.altmaster.ru/stand/index.shtm>

<http://sotsprof.net/standarti>

[http://library.tuit.uz/skanir\\_knigi/book/SETI\\_UMTS](http://library.tuit.uz/skanir_knigi/book/SETI_UMTS)

<http://dx-200.narod.ru/GSM.pdf>

#### 7. Вопросы тестирования

| №<br>пп | Вопросы  |
|---------|--|
| 1.      | <p><b>Оконечное устройство, в котором сообщение преобразуется в первичный низкочастотный электрический сигнал, называется</b></p> <p>А. Кодер<br/>Б. Входное устройство<br/>В. Модулятор</p> |

|     |  |
|-----|--|
|     | Г. Терминал  |
| 2.  | <b>Устройство, в котором низкочастотный информационный сигнал превращается в высокочастотный сигнал, способный качественно передаваться на большие расстояния, носит название:</b><br>А. Кодер<br>Б. Входное устройство<br>В. Модулятор<br>Г. Терминал   |
| 3.  | <b>Расставьте по порядку этапы перехода от аналогового сигнала к сигналу ИКМ:</b><br>А. Дискретизация<br>Б. Квантование<br>В. Кодирование<br>Г. Низкочастотная фильтрация  |
| 4.  | <b>Как связан шум квантования <math>\varepsilon</math> с шагом квантования <math>\Delta</math>?</b><br>А. - $\varepsilon = \Delta_2$<br>Б. - $\varepsilon \leq \Delta/2$<br>В. - $\varepsilon \geq 2\Delta$  |
| 5.  | <b>Расставьте по помехозащищенности методы модуляции по порядку (1,2,3) начиная с наиболее помехоустойчивого метода</b><br>___ Амплитудная модуляция<br>___ Частотная модуляция<br>___ Фазовая модуляция   |
| 6.  | <b>Детектор – это устройство, предназначенное</b><br>А. для обнаружения ошибок в дискретном сигнале<br>Б. исправления ошибок в дискретном сигнале<br>В. Выделения из принятого высокочастотного модулированного сигнала закона изменения его информационного параметра, т.е. низкочастотного сообщения |
| 7.  | <b>Какой из терминов НЕ является синонимом «случайного процесса»:</b><br>А. стохастический процесс<br>Б. рандомизированный процесс<br>В детерминированный процесс  |
| 8.  | <b>Дисперсия шума – это:</b><br>А. постоянная составляющая шума<br>Б. полная средняя мощность шума<br>В. Мощность переменной составляющей шума   |
| 9.  | <b>Сигнал на выходе согласованного фильтра, входящего в состав оптимального приемника, совпадает по форме</b><br>А. с входным сигналом<br>Б с его функцией корреляции  |
| 10. | <b>Укажите, какой из вариантов ответа НЕ верен. Причиной малой энтропии и большой статистической избыточности информационного потока является:</b><br>А. наличие корреляционных связей между символами   |

|     |  |
|-----|--|
|     | <p>Б. излишняя длина кодового слова</p> <p>В. неравномерность символов</p>   |
| 11. | <p><b>Какого типа многоканальной системы связи НЕ существует в природе?</b></p> <p>А. с частотным разделением каналов</p> <p>Б. с временным разделением каналов</p> <p>В. С амплитудным разделением каналов</p> <p>Г. с кодовым разделением каналов</p> <p>Д с фазовым разделением каналов</p>   |
| 12. | <p><b>Мультиплексор – это</b></p> <p>А. аппаратура уплотнения в многоканальной системе связи, объединяющая каналные сигналы в единый групповой сигнал</p> <p>Б. аппаратура множественного доступа, позволяющая многим абонентам пользоваться одним информационным ресурсом</p> <p>В. Умножитель, т.е. устройство, производящее умножение аналогового сигнала на последовательность импульсов и, тем самым осуществляющее его дискретизацию</p> |
| 13. | <p><b>Какие типы оптических волокон используются на магистральных линиях связи?</b></p> <p>А. одномодовые</p> <p>Б. многомодовые</p>   |
| 14. | <p><b>В металлических кабелях связи жилы выполняются из:</b></p> <p>А. меди</p> <p>Б. стали</p> <p>В. латуни</p>   |
| 15. | <p><b>“Handover” – это</b></p> <p>А. операция, обеспечивающая непрерывное обслуживание абонента при переходе из соты в соту</p> <p>Б. операция, обеспечивающая непрерывное обслуживание абонента при переходе из сети одного оператора в сеть другого оператора</p> <p>В. Операция, отслеживающая местоположение абонента при его перемещении</p>  |
| 16. | <p><b>“Roaming” – это возможность установления соединений к/из подвижной абонентской станции при ее нахождении</b></p> <p>А. в тоннелях, в метро</p> <p>Б. в зоне действия другого оператора</p> <p>В. В зоне действия операторов других стандартов</p>  |