

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**С. А. КОРНИЕНКО**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО  
СПЕКТРА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

Направление подготовки  
10.05.03 (090303.65) – Информационная безопасность  
автоматизированных систем

Специализация  
«Защищенные автоматизированные системы управления»

Ставрополь  
2016

УДК 621.391(470) (075.8)  
ББК 32.840 я73  
К 67

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
Северо-Кавказского  
федерального университета

**Корниенко С. А.**  
К 67 **Техническое обеспечение государственного регулирования использования радиочастотного спектра в Российской Федерации:**  
учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2016. – 193 с.

Пособие составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта, программой и учебным планом дисциплины.

Содержит курс лекций по дисциплине, включающих основные теоретические сведения по существующим современным системам радиосвязи, методам частотно территориального планирования, обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, ведения метрологической работы на предприятиях связи, перспективы развития систем радиодоступа; вопросы для самопроверки, литературу.

Предназначено для преподавателей и студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 10.05.03 (090303.65) – Информационная безопасность автоматизированных систем, а также может быть полезно специалистам, интересующимся вопросами правового обеспечения информационной безопасности.

УДК 621.391(470) (075.8)  
ББК 32.840 я73

*Рецензенты:*

д-р техн. наук, профессор **И. А. Калмыков**,  
д-р техн. наук, профессор **Г. И. Линец**

© ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский  
федеральный университет», 2016

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	5
-------------------	---

## КУРС ЛЕКЦИЙ

### Раздел 1.

#### Современные системы мобильной связи

1. Развитие современных мобильных систем связи.  
Основы построения сотовых сетей связи ..... 8

### Раздел 2.

#### Принципы построения и использования методик оценки анализа электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств

2. Анализ электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств..... 30

### Раздел 3.

#### Построение частотно-территориальных планов для создания сетей связи

3. Методы частотно-территориального планирования сетей связи ..... 56

### Раздел 4.

#### Оборудование, предназначенное для пеленгации источников радиоизлучений, используемое при радиоконтроле

4. Обзор и сравнительный анализ пеленгаторов, используемых при радиоконтроле..... 77

### Раздел 5.

#### Основы цифровых телевизионных систем

5. Телевидение на пути к цифровым стандартам ..... 97

### Раздел 6.

#### Основы метрологии для проведения измерений

6. Метрологическое обеспечение измерений. Основные положения сертификации..... 107

## Раздел 7.

### Развитие систем радиодоступа

7. Системы радиодоступа различных поколений.  
Системные возможности. .... 125

## Раздел 8.

### Средства измерений, используемые при радиоконтроле

8. Обзор средств измерений, используемых  
при радиоконтроле ..... 154

## Раздел 9.

### Перспективы развития подвижной мобильной связи

9. Перспективы развития мобильной сухопутной связи.... 171

Литература..... 191

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с широким использованием радиоэлектронных средств возникла острая необходимость регулирования использования радиочастот и радиоэлектронных средств (РЭС). Первый официальный документ, который положил начало процедуры регулирования использования спектра, был опубликован в 1906 г. на первой конференции по радиотелеграфии в Берлине. Этот факт имел место через 11 лет после создания первой практической системы передачи и приема сигналов с помощью электромагнитных волн. На конференции были распределены частоты от 500 до 1000 кГц для общественной корреспонденции в морской службе, полоса ниже 188 кГц – для дальней связи, используемой береговыми станциями, и полоса 188–500 кГц – для военных целей.

Таким образом, процесс становления органов регулирования использования радиочастотного спектра имеет вековую историю. В настоящий момент структуру организации системы регулирования спектра в России определяет закон «О связи», принятый в 2003 году.

В федеральном законе «О связи» целью регулирования использования радиочастотного спектра (РЧС) объявляется «ускорение внедрения перспективных технологий и стандартов, обеспечение эффективного использования радиочастотного спектра в социальной сфере и экономике», а также использования «радиочастотного спектра для нужд государственного управления, обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка». Приводятся различные определения понятия управления радиочастотным спектром и формулируются цели управления, одно из определений звучит так: «... управление использованием спектра представляет собой сочетание административных и технических процедур, необходимых для обеспечения эффективной работы оборудования и служб радиосвязи без создания помех».

Основные решения по вопросам регулирования использования РЧС принимают:

- ГКРЧ в части распределения и выделения полос частот, принятия основных регламентирующих документов, координации частотных присвоений и других вопросов принципиального характера;
- Федеральная служба по надзору в сфере связи и массовых коммуникациях (Роскомнадзор) в части присвоения частот РЭС и связанных с этой процедурой вопросов.

Регулирование и контроль рынка телекоммуникационной аппаратуры, в частности соблюдение требований нормативных документов на параметры ЭМС, осуществляют органы технического регулирования и сертификации.

Общий надзор над этим процессом и над качеством предоставляемых услуг связи осуществляет Роскомнадзор в рамках своих полномочий.

Соблюдение требований нормативных документов на параметры электромагнитной совместимости и качество предоставляемых услуг является предпосылкой надлежащего использования «радиочастотного спектра».

Для снижения вероятности принятия ошибочного решения при регулировании использования радиочастотного спектра необходима информация о реальном использовании спектра, которая может быть получена:

- при проведении натурных испытаний на электромагнитную совместимость заявленных радиоэлектронных средств с действующими и планируемыми для использования РЭС. Для проведения натурных испытаний дается временное разрешение на включение РЭС сроком на 6 месяцев. В период проведения натурных испытаний выявляются факты возникновения взаимных помех, проводятся измерения по полю и по тракту и проводятся другие организационно-технические мероприятия по обеспечению совместимости;
- проведении испытаний для локализации источников помех. Для бесспорного доказательства того факта, что данный источник излучения является источником помех может потребоваться проведение ряда организационно-технических мероприятий (например, временное выключение источника);
- измерениях технических параметров излучений РЭС и ВЧУ с целью установления соответствия требованиям, установленным в разрешении на использование частот. Данные измерения проводятся по тракту радиопередатчика, в ряде случаев сопровождаются измерениями по полю для формирования «портрета» излучений передатчика или ВЧУ;
- инспекционном контроле по заявкам Роскомнадзора (в плановом или внеплановом порядке) или контроле в соответствии с принятой схемой сертификации средства связи;
- радиоконтроле (радиомониторинге).

Пособие предназначено для преподавателей и студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 10.05.03 (090303.65) – Информационная безопасность автоматизированных систем, специальности «Защищенные автоматизированные системы управления»; кроме того, может быть использовано для подготовки студентов, обучающихся по специальностям «Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем», «Организация и технология защиты информации», «Компьютерная безопасность», а будет полезно специалистам, интересующимся вопросами правового обеспечения информационной безопасности.

Пособие состоит из 9 разделов.

В *первом разделе* рассмотрены современные системы мобильной связи; определено, что такое мобильная связь, представлены ее виды, дана краткая историческая справка развития сотовых сетей в мире и РФ; приведена структура основ построения сотовых сетей связи, описан порядок использования радиочастотного ресурса.

*Второй раздел* посвящен вопросам анализа электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. В нем рассмотрены вопросы построения и использования методик оценки ЭМС, оценки потерь в пространстве распространения с использованием различных моделей, представлены критерии оценки ЭМС.

В *третьем разделе* приведены методы частотно-территориального планирования сетей связи и РЭС с учетом получения частотно-территориальных ограничений, рассмотрены вопросы частотно-территориального планирования на основе теории регулярных сетей используемых при назначении радиочастот.

В *четвертом разделе* проведен обзор и дан сравнительный анализ пеленгаторов, используемых при радиоконтроле в РФ, а также сделан краткий обзор измерительной техники.

*Пятый раздел* посвящен вопросам развития и перспективам цифрового телевидения в РФ. Здесь даны общие характеристики цифровых систем вещательного телевидения, рассмотрены методы сжатия цифровых потоков, проанализированы существующие наземные цифровые телевизионные системы.

В материалах *шестого раздела* рассмотрены вопросы метрологического обеспечения измерений на станциях радиоконтроля, описаны основные положения сертификации и порядок ее проведения.

*Седьмой раздел* посвящен развитию систем радиодоступа в мире и РФ частности. В нем проведен обзор 4 поколений систем радиодоступа с кратким анализом применяемого оборудования на различных этапах развития.

Весь материал пособия базируется только на открытых публикациях, размещенных в сети Интернет, средствах отечественной и иностранной печати. В основу пособия также положены материалы лекций, прочитанных автором в различные периоды времени на кафедре защиты информации СевКавГТУ (с 2012 г. – СКФУ) студентам специальности 090105 – Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем.