

КОМПЛЕКС УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭМС РЭС» В ВУЗАХ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Ю.Е. Седельников

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ
Российская Федерация, 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Аннотация. Дана характеристика текущего состояния материалов для изучения дисциплины ЭМС РЭС студентами вузов радиотехнического профиля. Разработан комплекс учебно-методических материалов, соответствующих актуальным требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования. Комплекс состоит из пособий по теоретическому курсу и практическим занятиям и электронного конспекта лекций.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, учебно-методические материалы, учебное пособие, электронный конспект лекций.

Введение

«Электромагнитная совместимость», как направление техники, призвано решить проблему совместной работы различных технических средств, использующих электромагнитные процессы. Изучение вопросов ЭМС, организованное в инициативном порядке в ряде гражданских и военных учебных заведений, вузе ведет начало с 70-х годов прошлого века. Методическое руководство высшим образованием страны продолжительное время не спешило с признанием необходимости включения вопросов ЭМС в процесс подготовки радиоинженеров. Более того, ряд авторитетнейших вузовских специалистов вообще были склонны отрицать существование проблематики ЭМС, ограничиваясь категориями помехоустойчивости и помехозащищенности.

Положение начало изменяться в 80-е годы, когда в структуре Минвуза СССР была создана Научно-методическая комиссия по ЭМС (председатель - проф. Винокуров В.И.), призванная осуществлять методическое руководство учебно-научной деятельностью вузов в области ЭМС. В частности, разрабатывались принципы построения учебных курсов, дифференцированных с учетом специфики направлений подготовки. Для радиотехнических специальностей были подготовлены и изданы первые в СССР учебные пособия, получившие рекомендации Минвуза СССР [1-2]. Распад СССР и последующие «смутные» годы надолго прервали этот процесс.

«Ренессанс» относится к началу XXI века и может объясняться различным образом. В том числе серьезным прогрессом в области стандартизации продукции по требованиям ЭМС. В результате для ряда направлений подготовки (магистратура и специалитет) дисциплина «ЭМС» включена в ГОС как обязательная. Это обстоятельство потребовало создания учебно-методического обеспечения. Однако, отсутствие централизованного методического руководства, а, в ряде случаев, опыта практической работы привели к тому, что появившиеся в последнее десятилетие учебные пособия либо акцентируют внимание на отдельных сторонах проблематики ЭМС, либо отражают личные предпочтения авторов. Большинство из них характеризует хрестоматийная притча о пятерых слепцах, описывающих слона (рис.1).



Рис. 1. К трактовке проблемы ЭМС РЭС

На наш взгляд назрела необходимость в создании базовых учебных материалов, специализированных для различных направлений подготовки.

Проблема ЭМС касается практически всех областей техники, каждая из которых характеризуется выраженной спецификой. Поэтому учебная литература должна быть ориентирована на соответствующий профиль подготовки. Представленный комплекс материалов предназначен для изучения соответствующей дисциплины студентами технических вузов радиотехнического профиля. В его основу положены рекомендации, выработанные НМК Минвуза СССР и реализованные в учебном процессе в Казанском национальном исследовательском техническом университете.

Цели и содержание курса

В результате изучения дисциплины ЭМС РЭС обучающийся, в соответствии с ФГОС, должен

знать факторы, влияющие на ЭМС радиотехнических средств:

- виды и параметры помех;
- параметры помех и нежелательных излучений;
- варианты воздействия помех на рецепторы;
- основные принципы анализа ЭМС;
- меры обеспечения ЭМС, в том числе организационно-технические, схемотехнические и конструкторско-технологические.

Уметь оценивать:

- количественные характеристики помех;
- связь антенн для различных видов радиотрасс;
- коэффициенты переноса ИРП.

Владеть навыками:

- оценки параметров ЭМС;
- прогнозирования ЭМС в различных ситуациях;
- реализации мер обеспечения ЭМС.

Полноценное выполнение требований ФГОС сдерживается дефицитом методических разработок, в том числе учебной литературы по проблеме ЭМС РЭС. Ввиду того, что проблема ЭМС ТС касается широкого круга областей техники, каждая из которых имеет

свою выраженную специфику, указанная литература должна быть дифференцированной соответственно направлению подготовки. Существующая учебная литература, адресованная студентам вузов радиотехнического, тем более радиосистемного профиля, представлена в основном малотиражными внутривузовскими изданиями и поэтому также недоступна широкому кругу читателей. Существует потребность в учебной литературе по вопросам ЭМС.

Учебно-методическое обеспечение преподавания дисциплины ЭМС РЭС

На основе многолетнего опыта преподавания дисциплины ЭМС РЭС, в соответствии с рекомендациями НМК Минвуза СССР, в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А. Н. Туполева — КАИ разработан и практически используется комплекс учебно-методических материалов включая:

1. Учебное пособие по одноименной дисциплине. Представлено книгой «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств» издательство «Юрайт», М.: 2021 - 318с. Пособие состоит из введения, четырех разделов и приложений.

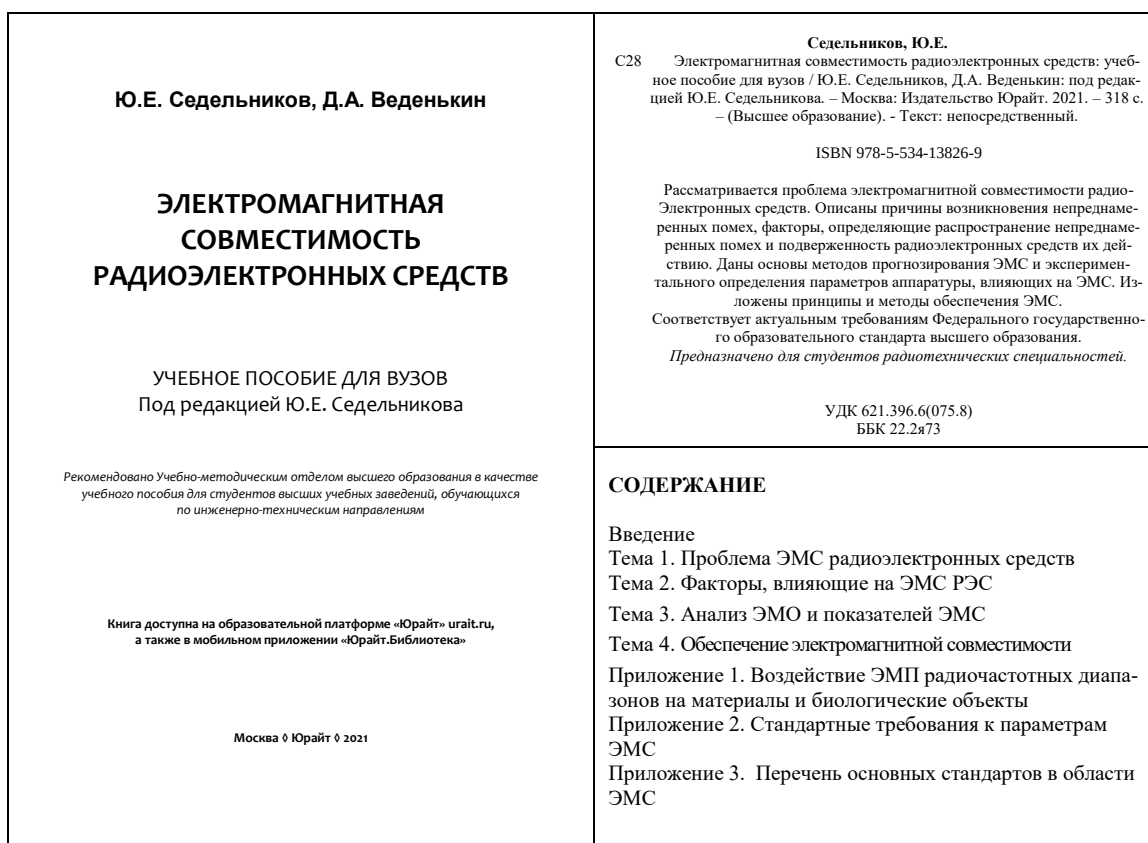


Рис. 1. Пособие по теоретическому курсу

2. Электронная презентация лекционного курса - электронный конспект лекций. Презентация освещает все разделы перечисленные выше и представлена 324 слайдами.

Казанский Национальный исследовательский технический университет
Кафедра РТС
Кафедра РФМТ

Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств
Курс подготовки специалистов

Седелников Ю.Е.
Профессор, д.т.н.
Секретарь Ю.В.

Индустриальные помехи. Широкополосные

Создаются любыми устройствами с быстропеременными токами

$$\Delta f \approx 1/\Delta t$$

Примеры источников ШП ИП:
- электродвигатели коллекторные;
- контактная сеть транспорта;
- газоразрядные источники света;
- оборудование электросварки;
- ЛЭП высокого напряжения
- и др.

Излучения радиопередающих устройств

Побочные излучения

Классификация побочных излучений

Побочные излучения радиопередающих устройств

- Гармоники
- Субгармоники
- Комбинационные
- Интермодуляционные
- Паразитные

Побочные – неосновные излучения, обусловленные любыми нелинейным эффектами в тракте радиопередающего устройства

Кондуктивная связь проводников цепей источников и рецепторов

Возбуждение T-волн волн в системе проводников

Возникновение кондуктивных помех при емкостной связи

Возникновение кондуктивных помех при гальванической связи (идеальная изоляция)

Возникновение кондуктивных помех при гальванической связи («по общей земле»)

a)

Организация использования радиочастотного ресурса

Основные положения

Распределение полос частот Радиослужба

Выделение полос частот

Присвоение полос частот РЭС

Наглядное представление категории «использование РЧР»

В национальной политике, как и на международном уровне, различают:

- распределение полос частот, относящиеся к различным радиослужбам;
- выделение полос частот, относящиеся к странам, зонам и т.д.
- назначение (присвоение) - относящиеся к конкретному средству

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭМС

Национальный уровень . ГОСТ в области ЭМС

ГОСТ в области ЭМС

- Терминология:** СОВМЕСТИМОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ. Термины и определения: ГОСТ 30372-95, ГОСТ Р 50397-92
- Стандарты, регламентирующие проведение работ по ЭМС:** Гражданские и военные: ГОСТ Р 25838-83, ГОСТ Р 25838-83/ГОСТ Р 28511-90, ГОСТ Р 25803-91/ГОСТ Р 15/ГОСТ Р 15.20-2003, ГОСТ Р 15.203-2003
- Требования к параметрам ЭМС и методам измерения:** -ГОСТ Р 51318.14.1-99 (CISPR 14-1), -ГОСТ Р 51317.4.6-99 (IEC 61000-4-6) и др. (Более 30)

b)

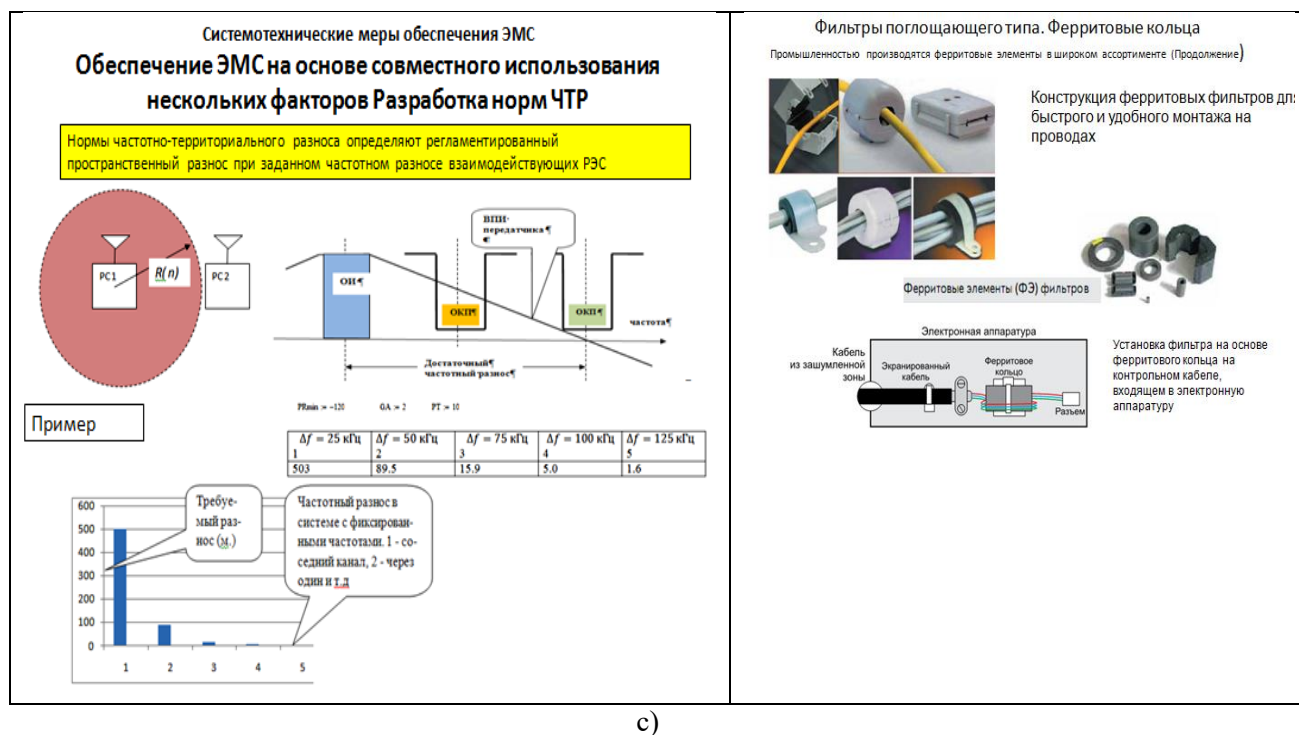


Рис. 3 (а, б, с). Кадры презентации

3. Пособие по практическим занятиям.

Ю.Е. Седельников
Д.А. Веденькин
О.В. Потапова

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ
СОВМЕСТИМОСТЬ
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ
В ЗАДАЧАХ И УПРАЖНЕНИЯХ**

Учебное пособие

Седельников Ю.Е., Веденькин Д.А., Потапова О.В.

Э45 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств в упражнениях и задачах: Учебное пособие/Под ред. Седельникова Ю.Е. – Казань: ООО «Новое знание», 2018. – 160с.

ISBN 978-5-9909515-7-0

Книга представляет собой учебное пособие, предназначенное для изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость» студентами обучающимися по программам магистерской подготовки по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы и комплексы». Пособие содержит необходимые сведения из теории, примеры решения задач и задания для самостоятельного решения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части Государственного задания 8.6872.2017/8.9

Рис. 4. Пособие по практическим занятиям

4. Перечень контрольных вопросов.

Вопрос №	Варианты ответа
br> С какой целью проводники электрических цепей иногда заключают в двойной заземленный экран?	- с целью дополнительного ослабления электрической составляющей создаваемого поля помех; - с целью дополнительного ослабления магнитной составляющей создаваемого поля помех; - *с целью дополнительного ослабления как электрической, так и магнитной составляющей создаваемого поля низкочастотных помех; - с целью дополнительного ослабления как электрической, так и магнитной составляющей создаваемого поля высокочастотных помех.

Вопрос №	Варианты ответа
br> Радиопередатчик создает помехи радиоприемнику, расположенному на расстоянии 100 м в по основному каналу приема. Анализ показал, что превышения уровня помехи над допустимым ее уровнем составляет 6 дБ. На каком минимальном расстоянии от передатчика следует располагать антенну приемника?	- *200 м; - 400 м; - 800 м; - 1600 м.

Заключение

Комплекс учебно-методических материалов в полном объеме доступен на образовательной платформе «Юрайт» urait.ru и в мобильном приложении «Юрайт. Библиотека».

Автор выражает благодарность доцентам Потаповой О.В., Лаврушеву В.Н. и Веденькину Д.А., внесшим весомый вклад в развитие дисциплины «ЭМС РЭС» в учебном процессе КНИТУ-КАИ и разработке ее методического обеспечения.

Литература

1. Петровский В.И. и Седельников Ю.Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств / В.И. Петровский, Ю.Е. Седельников. - М.: Изд-во «Радио и связь», 1986. – 215 с.
2. Виноградов Е.М., Винокуров В.И., Харченко И.П. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств / Е.М. Виноградов, В.И. Винокуров, И.П. Харченко. - Л.: Изд-во «Судостроение», 1986. – 263 с.

**COMPLEX OF EDUCATIONAL AND METHODICAL MATERIALS FOR THE STUDY
DISCIPLINE “EMC” BY STUDENTS OF UNIVERSITIES
OF RADIO ENGINEERING PROFILE**

Yu.E. Sedelnikov

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
10, K. Marx st., Kazan, 420111, Russian Federation

Annotation. A description of the current state and goals of materials for the study of the EMS RES discipline by students of universities of radio engineering profile is given. A set of educational and methodological materials that meet the current requirements of the federal state educational standard of higher education has been developed. The complex consists of manuals on the theoretical course and practical exercises and electronic lecture notes.

Key words: electromagnetic compatibility, teaching materials, textbook, electronic lecture notes.

Статья представлена в редакцию 14.12.2022