

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-педагогической работе

(подпись)

И.О. Фамилия

« 29 » 05 20 17 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы электромагнитной совместимости»

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление (специальность)
подготовки:

11.03.01 «Радиотехника»

(код и наименование направления / специальности)

Направленность:

Радиотехника

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Уровень образования:

бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Семестры	7
Общая трудоёмкость в з.е./часах	2,5/90
Аудиторные занятия (час.), в том числе	51
Лекции (час.)	34
Практические (семинарские) занятия (час.)	-
Лабораторные работы (час.)	17
Самостоятельная работа (час.), в том числе	39
Курсовой проект/работа (сем/кол.)	-
Индивидуальное задание (сем/кол.)	1
Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачёт):	Зачет

Донецк, 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Основы электромагнитной совместимости» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» для 2017 года приёма.

Составитель: Онищенко В. А., старший преподаватель кафедры «Радиотехники и защиты информации»

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Радиотехники и защиты информации»

Протокол от « 25 » 05 2017 года № 10

Заведующий кафедрой _____ В. В. Паслен _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой кафедры «Радиотехники и защиты информации»

Протокол от « 25 » 05 2017 года № 10

Заведующий кафедрой _____ В. В. Паслен _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ДонНТУ по направлению (специальности) подготовки 11.03.01 «Радиотехника»

Протокол от « 25 » 05 2017 года № 10

Председатель _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20 18 года приёма на заседании кафедры «Радиотехники и защиты информации»

Протокол от « 31 » 08 20 18 года № 1

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Радиотехники и защиты информации»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20 19 года приёма на заседании кафедры «Радиотехники и защиты информации»

Протокол от « 28 » 08 20 19 года № 1

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Радиотехники и защиты информации»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20 ____ года приёма на заседании кафедры «Радиотехники и защиты информации»

Протокол от « ____ » 20 ____ года № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Радиотехники и защиты информации»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы основ обеспечения совместной работы разных радиотехнических систем в сложных условиях электромагнитной среды.

Цель дисциплины – получение студентами знаний о современных принципах и методах электромагнитной совместимости (ЭМС) радиорелейных и спутниковых систем радиосвязи, совместно использующих общие полосы радиочастот при аналоговых и цифровых методах передачи сигналов, получить знания о методах ЭМС, применяемых при построении сетей сотовой связи и телерадиовещания, о способах повышения помехозащищенности антенн; освоение методов анализа и синтеза радиоэлектронных средств, способных работать в трудных условиях электромагнитной среды, характерных для современного применения радиоэлектронных средств, а именно:

- причины обострения проблемы электромагнитной совместимости;
- электромагнитная совместимость элементов радио и цепей;
- характеристики и параметры электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств;
- энергетический анализ помех и взаимодействия между системами радио;
- основы статической теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств;
- меры по улучшению электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств.

В соответствии с требованиями образовательно-квалификационной характеристики бакалавров в результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: виды и классификации электромагнитных помех; общие черты и особенности проблем ЭМС и помехоустойчивости; системный характер проблемы ЭМС; характеристики радиопередающих и радиоприёмных устройств, влияющие на ЭМС; нормы и рекомендации МККР на эти характеристики; эталонные диаграммы направленности антенн земных, спутниковых и радиорелейных станций, принятые МККР; организационные и правовые вопросы международного и национального планирования использования радиочастотного спектра; процедуры выделения, присвоения и регистрации радиочастотных присвоений; технические критерии, определяющие использование общей полосы радиочастот различными радиослужбами; необходимый разнос частот и защитные отношения полезного и мешающего радиосигналов; определение помех, вызванных МС, в спутниковых системах; выбор размещения геостационарного спутника и положения земных станций (ЗС), обеспечивающего снижение помех, создаваемых МС; обеспечение ЭМС к зонным системам; связь размера сот и кластера; зоны покрытия и обслуживания; расчёт уровней полезного и мешающего сигналов в системах радиосвязи; организационные меры обеспечения ЭМС; технические меры обеспечения ЭМС, подавление МС в местах их возникновения; методы компенсации МС и помех, создаваемых МС; нормативно-техническую документацию по ЭМС.

Уметь: использовать математические методы в технических приложениях; проводить необходимые расчеты в рамках построенной модели; использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения; выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности; определить уровни МС при различной ориентации антенн приёмной и мешающей станций; сформулировать и обосновать организационные, правовые и технические вопросы, определяющие возможности улучшения ЭМС; определить основные параметры зонной системы; производить расчет и оценить влияние непреднамеренных радиопомех на работу РЭС; подобрать и использовать антенны для обеспечения связи в условиях сложной ЭМ обстановке; выбрать и рассчитать фильтры.

Перечисленные результаты обучения должны формировать следующие компетенции и обеспечивать выполнение следующих видов профессиональной деятельности: способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7); способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений,

законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1); способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2); способность решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей (ОПК-3); готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ОПК-4); способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6); способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ (ПК-1); готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций результатов исследований в виде презентаций, статей и докладов (ПК-3); способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем (ПК-4); способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем (ПК-5); готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-6); готовность осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-8); готовность организовывать метрологическое обеспечение производства (ПК-11); способность осуществлять контроль соблюдения экологической безопасности (ПК-12); способность организовывать работу малых групп исполнителей (ПК-13); готовность участвовать в разработке организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет) и установленной отчетности по утвержденным формам (ПК-14); способность выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов (ПК-15).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина «Основы электромагнитной совместимости» относится к циклу профессиональной подготовки вариативной части учебного плана по выбору вуза.

Дисциплина основывается на ценностях и умениях, которые обеспечивают основы теоретической и практической подготовки радиоинженеров. Функциональной основой для изучения дисциплины являются знания, которые были накоплены в курсах «Сигналы и процессы в радиотехнике», «Устройства СВЧ и антенны», «Информатика и вычислительная техника», «Спутниковые и радиорелейные системы связи».

Знания, которые студенты получают при изучении предмета «Основы электромагнитной совместимости», необходимые для обеспечения всех дисциплин цикла профессиональной и практической подготовки.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Введение в дисциплину	3	2			1
Тема 2. Системный подход в радиотехнике	11	2		4	5

Тема 3. Организация и планирование услуг связи радиочастоты	4	2			2
Тема 4. Физические основы внутренних не преднамеренных радиопомех.	11	2		4	5
Тема 5. Радиопередатчик как источник непреднамеренных радио помех.	3	2			1
Тема 6. Приемник основной рецептор радиопомех	3	2			1
Тема 7. Прохождение помех через радиоприемное устройство	8	2		2	4
Тема 8. Использование частотного ресурса	3	2			1
Тема 9. Статические модели электромагнитной обстановки	7	4			3
Тема 10. Передающая ветвь статической теории ЭМС	5	2			2
Тема 11. Оценка функционирования РЭС в условиях помех.	3	2			1
Тема 12. Экранирование.	11	2		4	5
Тема 13. Заземления и соединения блоков и устройств.	3	2			1
Тема 14. Общие характеристики фильтров.	10	2		3	5
Тема 15. Основы прогнозирования ЭМС	3	2			1
Тема 16. Принципы построения мобильной сети связи	3	2			1
Итого:	81	34		17	30

3.2. Лекции

Лекция 1. Введение - 2 часа
(Причины обострения проблемы электромагнитной совместимости, классификация непреднамеренных радио помех)

Литература к лекции 1: [1, 2, 3]

Лекция 2. Системный подход в радиотехнике. - 2 часа
(Иерархия в радио и электромагнитной совместимости. Потенциальная помехоустойчивость, радиопротиводействие, электромагнитная совместимость.)

Литература к лекции 2: [1, 3]

Лекция 3. Организации планирования частот радиосвязи с использованием радиочастотного спектра излучения. - 2 часа
(Совместимость, использование частот. Организации, занимающиеся распределением частот и спектра и контроля.)

Литература к лекции 3: [1, 2, 3]

Лекция 4. Физические основы внутрисистемных непреднамеренных радиопомех. (Ближнее и дальнее поля источников. Скин-эффект. Физические причины возникновения и распределение внутриаппаратных непреднамеренных радиопомех.)

Литература к лекции 4: [1, 2]

Лекция 5. Радиопередатчик как источник непреднамеренных радио помех. - 2 часа
(Основные причины непреднамеренных радиопомех в радиопередатчиках. Мощность основных и побочных излучений.)

Литература к лекции 5: [1, 3]

Лекция 6. Приемник - основной рецептор радиопомех - 2 часа

(Подсистема приема и обработки радиосигнала. Чувствительность приемника. Односигнальная частотная избирательность.)

Литература к лекции 6: [1, 2, 3]

Лекция 7. Прохождение помех через радиоприемное устройство. - 2 часа
(Коэффициент подавления. Защитное отношение. Прохождение помех через поляризационный фильтр. Частотная селекция. Пространственная селекция.)

Литература к теме 7: [1, 3]

Лекция 8. Использование частотного ресурса. - 2 часа
(Потенциальные возможности частотного ресурса. Автоматическая подстройка частоты оценки интенсификации использования ресурса. Меры индексификации электромагнитного ресурса.)

Литература к лекции 8: [3, 5, 11]

Лекция 9. Статические модели электромагнитной обстановки. - 2 часа
(Оценка влияния непреднамеренных радиопомех на работу РЭС.)

Литература к лекции 9: [1, 3, 11]

Лекция 10. Статистические модели электромагнитной обстановки - 2 часа
(Статическая задача)

Лекция 11. Передающая ветвь статической теории ЭМС. - 2 часа
(Первичная модель ЭМ обстановки. Действие непреднамеренных радиопомех на рецепторы.)

Литература к лекции 11: [1, 4, 11]

Лекция 12. Оценка функционирования РЭС в условиях помех. - 2 часа
(Общая концепция. Поэтапная оценка помех. Рабочие характеристики систем отображающие степень влияния помех.)

Литература к лекции 12: [1, 3, 11]

Лекция 13. Экранирование. - 2 часа
(Основные характеристики защитного электромагнитного экрана. Электромагнитные уплотняющие прокладки. Уплотняющие материалы, которые проводят ток. Экранирующие действия кожухов, корпусов и сооружений.)

Литература к теме 13: [1,2,11]

Лекция 14. Заземления и соединения блоков и устройств. - 2 часа
(Эквипотенциальные точки. Схемы заземления. Заземления сооружений и ослабление ЭМ поля в них. Сопротивление земли. Одноточечное и многоточечное заземления. Гибридные заземления. Коррозионные процессы. Методы заземления оборудования в сооружениях.)

Литература к лекции 14: [3,4,11]

Лекция 15. Общие характеристики фильтров. - 2 часа
(Классификация фильтров. Межсистемные фильтры. Одиночные фильтры. Внутресистемные фильтры.)

Литература к лекции 15: [2,4,8]

Лекция 16. Основы прогнозирования ЭМС. - 2 часа
(Прогнозирование ЭМС. Анализ ЭМС. Меры обеспечения ЭМС.)

Литература к лекции 16: [3,8,11]

Лекция 17. Принципы построения мобильной сети связи. - 2 часа
(Проблемы массового обеспечения связи при ограниченном ЭМ ресурсе. Основные перспективные направления развития ЭМС.)

Литература к теме 17: [1,8]

3.3 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Непреднамеренные радиопомехи, происходят в пассивных и активных элементов радиооборудования. Шумы и их влияние на качество связи.	4	[1,9]

2	Исследование помех в трактах приемника и методы борьбы с помехами в приемниках.	2	[1,9,3]
3	Исследование пространственной селекции и ее влияние на избирательность приемника	4	[1,3,9,7]
4	Выбор фильтров для подавления помехи по соседнему каналу и их расчет.	3	[1,3,9]
5	Измерение интенсивности электромагнитного поля.	4	[2,9]
Итого:		17	

3.4. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	20
2	Подготовка к лабораторным работам	10
4	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	9
Итого:		39

3.4.1 Индивидуальное задания

Рассчитать фильтр сосредоточенной селекции.

Расчет электромагнитной совместимости РР линий и радиолокационных станций.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

4 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины применяются следующие виды контроля:

1) Текущее тестирование или текущий опрос по изученным темам программы, которое проводится во время лекционных и лабораторных занятий. Также учитывается качество и своевременность выполнения и сдачи соответствующей лабораторной работы.

2) Оценка качества и своевременность выполнения заданий, относящихся к соответствующей теме.

3) Завершающий этап контроля знаний – ЗАЧЕТ в конце семестра.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины

5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основная литература:

1. Каганов, В.И. Основы радиоэлектроники и связи / В. И. Каганов, В. К. Битюков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 542с. - 2 экз.
2. Грабовски, Б. Справочник по электронике / Б. Грабовски. - М. : ДМК Пресс, 2009. - 409с. - 1 экз.
3. Раннев, Г.Г. Методы и средства измерений / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. - М. : ИЦ "Академия", 2008. - 336с. -9 экз.
4. Винников, В.В. Основы проектирования РЭС. Электромагнитная совместимость и конструирование экранов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Винников ; В.В. Винников ; ГОУ ВПО "Северо-Зап. гос. заоч. техн. ун-т". - 22 Мб. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2006. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader
5. Апорович А .Ф. “Электромагнитные средства, электромагнитная совместимость . Учебник . 2011 г.
6. Винокуров В. А. Электромагнитная совместимость 2010 г.

7. Уайт Д. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи. перевод с английского Советское радио 2009 год
8. И.И.Артюхов Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии . Волгоград 2015 г
9. Ф.Х.Халимов Электромагнитная совместимость электроэнергетики, техносферы и биосферы. Санкт-Петербург 2014 год
10. Н.А.Малков, А.П.Пудовкин Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. ТГТУ 2011 год
11. Е.Г.Касаткина «Расчет электромагнитной совместимости РР линий и радиолокационных станций». Новосибирский государственный технический университет, 2011

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

12. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости» - Донецк: ДонНТУ.
13. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости» - Донецк: ДонНТУ. (в разработке)

Дополнительная литература (периодические издания):

14. Известия вузов. Сер. Радиоэлектроника (2007-2010)
15. Радиоаматор (2007 - 2010)
16. Chip news инженерная микроэлектроника (2007 - 2012)
17. Связь = Зв'язок (2008 - 2010)

6 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

Лабораторные работы:

Лаборатория радиоизмерений (62 м²)

- Осциллограф OSC-1100 -1 шт;
- Частотомер ЧЗ-64 - 1 шт;
- Генератор Г5-54 -1 шт;
- Генератор ВЧ Г4-79 - 1 шт;
- Измеритель С6-11 - 1 шт;
- Частотомер ЧЗ-84-2 - 1 шт;
- Осциллограф универсальный С1-76 - 1 шт;
- Измеритель АЧХ Х1-50 - 1 шт;
- Частотомер ЧЗ - 35А -1 шт;
- Анализатор спектра С 4-25 - 1 шт;
- Генератор сигналов высокочастотн. Г4-116 - 1 шт;
- Генератор ВЧ Г4-158 - 1 шт;

Составитель рабочей программы:

Онищенко В А