

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(МИ ВлГУ)

Кафедра *РТ*

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
Д.Е. Андрианов
_____ 23.05.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

Направление подготовки

*11.03.02 Инфокоммуникационные технологии
и системы связи*

Профиль подготовки

Системы радиосвязи и радиодоступа

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
8	108 / 3	16	12		3,6	0,35	31,95	49,4	Экз.(26,65)
Итого	108 / 3	16	12		3,6	0,35	31,95	49,4	26,65

Муром, 2023 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: помочь студентам овладеть современными технологиями и иметь представление о проблемах функционирования радиоэлектронной аппаратуры в сложной помеховой обстановке.; усвоение, пусть даже в общем виде, основных принципов и методов исследования, применяемых в современной теории электромагнитной совместимости, даст возможность формировать у будущих специалистов естественнонаучный способ мышления, системный подход к различным проблемам, целостное мировоззрение, что поможет лучше овладеть собственной профессией;

изучение влияние электромагнитной обстановки на функционирование РЭА, что очень важно, в частности, для понимания актуальности многих проблем совместной работы нескольких инфокоммуникационных систем, а также их отдельных составляющих устройств.

Изучение дисциплины “Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром” должно развить убеждение в необходимости учета различных характеристик РЭС в широкой полосе частот и неполноты критериев, основанных на оценке поведения устройств только в ближайшей окрестности рабочих полос частот, а также знания различных факторов, влияющих на ЭМС систем связи.

Курс “ Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром ” должен способствовать выработке у студентов подлинно системы взглядов, заключающейся в необходимости учета создаваемых помех и подверженности им при решении любых задач проектирования, производства и эксплуатации РЭС.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение дисциплины "Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром" базируется на дисциплинах "Теория электрических цепей", "Электродинамика и распространение радиоволн", "Метрология, стандартизация и сертификация". Результаты изучения дисциплины "Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром" используются при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3 Способен проектировать и планировать сети и системы мобильной связи, радиосвязи и радиодоступа	ПК-3.2 Применяет основные правила выделения полос радиочастот и назначения радиочастот для радиоэлектронных средств сухопутной подвижной и фиксированной радиослужб на территории Российской Федерации	Знает основные правила выделения полос радиочастот и назначения радиочастот для радиоэлектронных средств сухопутной подвижной и фиксированной радиослужб на территории Российской Федерации (ПК-3.2)	вопросы к устному опросу
ПК-1 Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим	ПК-1.2 Представляет принципы построения технического задания при автоматизации проектировании средств и сетей связи и их элементов, структуру и основы	Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта (ПК-1.2)	вопросы к устному опросу

<p>заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ</p>	<p>подготовки технической и проектной документации</p>	<p>Владеет расчетом сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ (ПК-1.2)</p>	
	<p>ПК-1.1 Использует нормативно-правовые, нормативно-технические и организационно-методические документы регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи</p>	<p>Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи, строительство объектов связи (ПК-1.1)</p>	

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником						Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация		
1	Введение. Основные проблемы ЭМС РС. Основные определения ЭМС	8	2							устный опрос
2	Методология разработки, конструирования и эксплуатации РЭС с учетом ЭМС.	8	2	4					18	устный опрос
3	Организационно-правовые основы использования радиочастотного ресурса. Основные понятия, связанные с радиочастотным ресурсом.	8	2							устный опрос
4	Непреднамеренные электромагнитные помехи. Виды непреднамеренных электромагнитных помех.	8	2	6					20	устный опрос
5	Нежелательные излучения радиопередающих устройств.	8	2	2						устный опрос
6	Восприимчивость радиоприемных устройств. Неосновные каналы приема.	8	2						7	устный опрос

7	Электромагнитные влияния через антенные системы.	8	2						4	устный опрос	
8	Заключение. Перспективы дальнейшего совершенствования теории и практики обеспечения ЭМС РС.	8	2						0,4	устный опрос	
Всего за семестр		108	16	12				3,6	0,35	49,4	Экз.(26,65)
Итого		108	16	12				3,6	0,35	49,4	26,65

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 8

Раздел 1. Введение. Основные проблемы ЭМС РС. Основные определения ЭМС

Лекция 1.

История возникновения и актуальность проблемы электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств на современном этапе Основные определения ЭМС (2 часа).

Раздел 2. Методология разработки, конструирования и эксплуатации РЭС с учетом ЭМС.

Лекция 2.

Методология разработки и эксплуатации РЭС с учетом ЭМС, стадии разработок. Критерии, характеристики и параметры ЭМС (2 часа).

Раздел 3. Организационно-правовые основы использования радиочастотного ресурса.

Основные понятия, связанные с радиочастотным ресурсом.

Лекция 3.

Организационно-правовые основы использования радиочастотного ресурса. Регламент радиосвязи. Основные понятия, связанные с радиочастотным ресурсом. Организационно-правовые вопросы в области ЭМС РЭС (2 часа).

Раздел 4. Непреднамеренные электромагнитные помехи. Виды непреднамеренных электромагнитных помех.

Лекция 4.

Непреднамеренные электромагнитные помехи. Виды непреднамеренных электромагнитных помех и их характеристики. Нежелательные излучения радиопередающих устройств и их характеристики. Внеполосное, шумовое, побочные излучения радиопередающих устройств (2 часа).

Раздел 5. Нежелательные излучения радиопередающих устройств.

Лекция 5.

Методы снижения нежелательных излучений радиопередающих устройств; нормы на уровни нежелательных излучений. Измерение и контроль уровня нежелательных излучений РПДУ (2 часа).

Раздел 6. Восприимчивость радиоприемных устройств. Неосновные каналы приема.

Лекция 6.

Восприимчивость радиоприемных устройств. Неосновные каналы приема. Нормы на избирательность радиоприемных устройств. Побочные каналы приема. Внеполосные каналы приема (2 часа).

Раздел 7. Электромагнитные влияния через антенные системы.

Лекция 7.

Электромагнитные влияния через антенные системы. Характеристики антенн на гармониках основного колебания (2 часа).

Раздел 8. Заключение. Перспективы дальнейшего совершенствования теории и практики обеспечения ЭМС РС.

Лекция 8.

Заключение. Нерешенные проблемы в области ЭМС. Перспективы дальнейшего совершенствования теории и практики обеспечения ЭМС РЭС (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Семестр 8

Раздел 2. Методология разработки, конструирования и эксплуатации РЭС с учетом ЭМС.

Практическое занятие 1

Экранирование. Виды экранов. Эффективность экранирования (2 часа).

Практическое занятие 2

ЛЭП, электро- и автотранспорт как источники помех (2 часа).

Раздел 4. Непреднамеренные электромагнитные помехи. Виды непреднамеренных электромагнитных помех.

Практическое занятие 3

Подавление радиопомех в электрических сетях. Ограничители наводок по амплитуде (2 часа).

Практическое занятие 4

Учет ЭМС при конструировании печатных плат. Грозовые и электрические разряды и их характеристики (2 часа).

Практическое занятие 5

Радиомониторинг: основные задачи и средства реализации (2 часа).

Раздел 5. Нежелательные излучения радиопередающих устройств.

Практическое занятие 6

Координационная зона и ее расчет. Алгоритмы оптимального приема сигналов на фоне помех. Компенсаторы помех как средство улучшения ЭМС (2 часа).

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Не планируется.

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Источники узкополосных помех. Генераторы высокой частоты. Вычислительные системы. Коммутационные устройства. Влияние на сеть. Влияние линий электроснабжения.
2. Источники широкополосных импульсных помех. Исходный уровень помех в городах. Автомобильные устройства зажигания. Газоразрядные лампы. Коллекторные двигатели. Воздушные линии высокого напряжения.
3. Источники широкополосных переходных помех. Разряды статического электричества. Коммутация тока в индуктивных цепях. Переходные процессы в сетях низкого напряжения. Переходные процессы в сетях высокого напряжения.
4. Переходные процессы в испытательных устройствах высокого напряжения и электрофизической аппаратуре. Электромагнитный импульс молнии.
5. Механизмы связи и способы их ослабления. Гальваническая связь через цепи питания. Гальваническая связь через контур заземления. Полное сопротивление измерительных и сигнальных линий.
6. Емкостная связь. Индуктивная связь. Электромагнитная связь линий. Связь электромагнитным излучением. Заземление экранов кабелей.
7. Пассивные помехозащитные устройства. Фильтры, принцип действия. Коэффициент затухания. Фильтры для синфазных и противофазных помех. Резонансы в цепях с фильтрами. Конструкции фильтров.

8. Разрядники для защиты от перенапряжений (вариаторы, ограничители перенапряжений, кремниевые лавинные диоды, искровые разрядники). Оптроны и световодные линии. Разделительные трансформаторы.
9. Проектирование электронных узлов с учетом электромагнитной совместимости. Выбор печатных плат. Внутренние гальванические влияния.
10. Связи через общие полные сопротивления. Взаимное влияние параллельных проводящих дорожек. Отражение сигналов в длинных линиях.
11. Внутреннее влияние за счет паразитного излучения. Излучение контуров с током сигнала. Излучение высокоинтегрированных схем.
12. Измерение параметров защиты от помех. Экранирующее действие оболочек кабелей. Экранирующие корпуса приборов и стенки помещений.
13. Коэффициент затухания материалов экрана. Коэффициент затухания уплотнений. Коэффициент затухания, обусловленный поглощающими стенами. Коэффициент затухания фильтра.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе освоения дисциплины «ЭМС и управление РЧ спектром» применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). Для реализации компетентного подхода предусматривается использование при подготовке по данной дисциплине активных и интерактивных форм проведения занятий. При проведении практических и лабораторных работ, при выполнении заданий применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Ефанов, В. И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем : учебное пособие / В. И. Ефанов, А. А. Тихомиров. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 228 с. - <http://www.iprbookshop.ru/14033.html>
2. Жежеленко, И. В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях : учебное пособие / И. В. Жежеленко, М. А. Короткевич. — Минск : Вышэйшая школа, 2012. — 197 с. - <http://www.iprbookshop.ru/20304.html>
3. Учебно-методическое пособие по дисциплине Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром / составители Е. Л. Пустовойтов. — Москва : Московский технический университет связи и информатики, 2015. — 15 с. - <http://www.iprbookshop.ru/63374.html>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Пудовкин, А. П. Электромагнитная совместимость и помехозащищённость РЭС : учебное пособие / А. П. Пудовкин, Ю. Н. Панасюк, Т. И. Чернышова. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 92 с. - <http://www.iprbookshop.ru/63925.html>
2. Овсянников, А. Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник / А. Г. Овсянников, Р. К. Борисов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 194 с. - <http://www.iprbookshop.ru/91745.html>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

- <http://www.walla.com>
- <http://www.dspbook.km.ru>
- <http://www.infanata.org>
- <http://analog.com.ru>
- <http://ibooks.ru>
- <http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/books/>

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- iprbookshop.ru
- walla.com
- dspbook.km.ru
- infanata.org
- analog.com.ru
- ibooks.ru
- rffi.molnet.ru
- mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория сигнальных процессоров и цифровой обработки сигналов

Стенд НТЦ-02.58 «Основы цифровой электроники и микропроцессорной техники»; стенд «Микропроцессорная техника» - 2 шт.; рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19” - 7 шт.; сигнальный микроконтроллер серии «Мультикор» MC24EM; сигнальный микропроцессор серии «Мультикор» MC12EM; интерактивная доска IQ Board PS S080 с проектором Acer; коммутатор 3 COM.

Лаборатория вычислительной техники

Стенд НТЦ-02.58 «Основы цифровой электроники и микропроцессорной техники»; стенд «Микропроцессорная техника» - 2 шт.; рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19” - 7 шт.; сигнальный микроконтроллер серии «Мультикор» MC24EM; сигнальный микропроцессор серии «Мультикор» MC12EM; интерактивная доска IQ Board PS S080 с проектором Acer; коммутатор 3 COM.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в компьютерном классе, используя специальное программное обеспечение. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу, связанную с разработкой и программной реализацией алгоритмов обработки информации. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи и профилю подготовки
Системы радиосвязи и радиодоступа
Рабочую программу составил *д.т.н., профессор, Костров В.В.*_____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ*

протокол № 18 от 10.05.2023 года.

Заведующий кафедрой *РТ* _____ *Ромашов В.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической
комиссии факультета

протокол № 9 от 19.05.2023 года.

Председатель комиссии ФИТР _____ *Рыжкова М.Н.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
 Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

<https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=70>

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос, 2 вопроса	20
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос, 2 вопроса	20
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос, 2 вопроса	20
Посещение занятий студентом		Баллы (до 5) включены в рейтинг-контроль
Дополнительные баллы (бонусы)		
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		Баллы (до 5) включены в рейтинг-контроль

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

<https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=70>

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

На основе вопросов к экзамену по курсу «Электромагнитная совместимость радиосистем и управление радиочастотным спектром» составлен типовой набор экзаменационных билетов, состоящие из двух теоретических вопросов из блоков 1, 2, 3. Общее количество билетов – 20 шт., содержащие задания из всего прочитанного курса. Время подготовки по билету – до 45 минут. На основе ответов на экзаменационные вопросы определяется процент правильных ответов и их качество, далее с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируются баллы за экзамен и экзаменационная оценка.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания	Высокий уровень

		выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i>Продвинутый уровень</i>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

S: Радиостанция – это ...

-: совокупность систем и устройств для передачи (приема) радиоволн, используемая для выполнения функций однородного назначения;

+: одно или несколько приемо-передающих устройств или их комбинация, а также вспомогательное к ним оборудование, предназначенных для выполнения задач определенной радиослужбы и расположенных в определенном месте;

-: одно или несколько приемо-передающих устройств или их комбинация без вспомогательного к ним оборудования;

-: комплекс передающих устройств для передачи сигналов на расстояние

I: Вопрос 2

S: Выделение полос частот – это ...

-: предоставление права работать на заданной частоте совокупности систем и устройств для передачи (приема) радиоволн, используемой для выполнения функций однородного назначения;

-: предоставление права работать на заданной частоте приемо-передающему устройству для выполнения задач определенной радиослужбы;

- +: предоставление странам или зонам мира права пользоваться радиочастотами или полосами частот в соответствии с международными соглашениями;
- : предоставление права работать на заданной частоте комплексу передающих устройств для передачи сигналов на расстояние

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=70&category=24416%2C643&qbshowtext=0&qbshowtext=1&recurse=0&showhidden=0&showhidden=1>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.