

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы
при изучении дисциплины (модуля)**

Дисциплина	<u>Б1.О.28. Электромагнитная совместимость</u> <small>код и наименование дисциплины</small>
Специальность	<u>11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы</u> <small>код и наименование специальности</small>
Специализация	<u>Радиоэлектронные системы передачи информации</u> <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
Разработчик	<u>доцент Милкин В.И.</u> <small>уч.степень, уч. звание, должность, ФИО</small>

Мурманск
2019

Составитель – Милкин Владимир Иванович, доцент кафедры радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования 19 ноября 2019 г., протокол № 8.

1. Цель дисциплины: «Б1.О.28. Электромагнитная совместимость» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

2. Задачи дисциплины:

- дать необходимые знания по основам анализа электромагнитной обстановки, определения разнообразных характеристик электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и выработки путей обеспечения их совместного функционирования с требуемым качеством в условиях ограничения частотного, временного и территориального ресурсов, позволяющим успешно эксплуатировать радиоэлектронные системы и комплексы.

3. Содержание дисциплины:

Проблемы электромагнитной совместимости, особенности использования радиочастотного спектра, нормирование параметров радиоизлучений и приема электромагнитных волн. Электромагнитная обстановка, характеризующие параметры, учет влияния помех. Обеспечение ЭМС регулированием использования радиочастот, контроль по реализации требований ЭМС, выявление источников помех. Методы обеспечения ЭМС РЭС.

4. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» и профессиональным стандартом 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик»

Компетенции ФГОС ВО, формируемые дисциплиной «Электромагнитная совместимость»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ОПК-5 Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	Компетенция реализуется в части «Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники»	ОПК-5.1 Знает основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем. ОПК-5.2 Умеет применять информационные технологии для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники ОПК-5.3 Владеет способами применения информационных технологий для решения научно-исследовательских и проектных задач радиоэлектроники
2	ПК-5 Способен осуществлять испытания радиоэлектронных систем и комплексов, анализировать их результаты	Компетенция реализуется в части «Способен осуществлять испытания радиоэлектронных систем и комплексов, анализировать их результаты»	ПК-5.1 Знает основные методы испытания радиоэлектронных систем и комплексов, анализировать их результаты; ПК-5.2 Умеет осуществлять испытания радиоэлектронных систем и комплексов, анализировать их результаты; ОПК-5.3 Способен проводить испытания радиоэлектронных систем и комплексов, анализировать их результаты.

Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения			
	Очная			
	Л	ЛР	ПР	СР
Тема 1. Предмет задачи и значение дисциплины, краткие исторические сведения, предпосылки ЭМС РЭС	1	-	2	2
Тема 2. Классификация радиочастот и радиоволн, международные организации и конференции по ЭМС РЭС и распределению радиочастот, государственная радиочастотная служба при Министерстве РФ по связи и информатизации.	1	2	2	4
Тема 3. Проблемы электромагнитной совместимости, особенности использования радиочастотного спектра, нормирование параметров радиоизлучений и приема электромагнитных волн.	2	2	-	6
Тема 4. Обеспечение ЭМС регулированием использования радиочастот, контроль по реализации требований ЭМС.	1	2	2	2
Тема 5. Выявление источников помех.	1	-	2	6
Тема 6. Электромагнитная обстановка, характеризующие параметры, учет влияния помех	1	2	2	6
Тема 7. Неосновные излучения РЭС, совершенные и несовершенные излучения	1	-	-	2
Тема 8. Индустриальные помехи, причины, борьба, пути применения устройств защиты и подавления.	2	2	2	4
Тема 9. Нормы и рекомендации, направленные на ограничение радиопомех.	1	-	-	2
Тема 10. Методы обеспечения ЭМС РЭС.	1	-	-	2
Тема 11. Характеристики и параметры ЭМС радиоприёмных устройств.	2	2	2	6
Тема 12. Характеристики и параметры ЭМС радиопередатчиков и АФС.	2	2	2	6
Тема 13. Измерения и испытания в области ЭМС.	1	4	-	4
Тема 14. Воздействие электромагнитного поля на окружающую среду и человека, электромагнитная безопасность радиоэлектронных средств.	1	-	2	2
Итого за дисциплину:	18	18	18	54

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	3
1	Исследование электромагнитной обстановки в районе МГТУ	2
2	Оценка электромагнитной совместимости радиоприёмного устройства	4
3	Исследование работы радиоприёмника с устройствами защиты от помех.	2
4	Оценка эффективности фильтрации высокочастотной помехи на входе радиоприёмника	2
5	Исследование воздействия помех в тракте радиоприёмника	4
6	Измерение параметров восприимчивости радиоприёмника	2
7	Измерение параметров ЭМС при эксплуатации комплексов РЭС	2
	Итого:	18

Перечень практических работ

№ п\п	Наименование практических работ	Кол-во часов
1	2	3
1	Исследование особенностей распределения радиочастот.	2
2	Анализ нормирования радиочастотного спектра	4
3	Расчёт ЭМС с учётом использования радиочастотного спектра	2
4	Расчёт ЭМС с учётом непреднамеренных радиопомех	2
5	Анализ схемотехнических решений защиты РПУ от радиопомех	4
6	Исследование уровней помех ЭМС, используемых при моделировании	2
7	Воздействие электромагнитного поля на окружающую среду и человека, электромагнитная безопасность радиоэлектронных средств.	2
Итого:		18

5. Методические рекомендации

5.1 Методические рекомендации по организации работы обучающихся во время проведения лекционных занятий

- В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для практического занятия и указания для выполнения самостоятельной работы.
- Обучающемуся, в ходе лекционных занятий, необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание изучаемой дисциплины, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве.
- Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Рекомендуются активно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

5.2 Методические указания к выполнению практических работ

- Практические работы сочетают элементы теоретического исследования и практических навыков. Выполняя практические работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, практически осваивая конкретные решения, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.
- Выполнение практических работ направлено на:
 - обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
 - формирование умений применять полученные знания для практической деятельности;
 - развитие теоретических, аналитических, проектировочных, знаний и умений;
 - выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.
- Практические занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в учебных помещениях и лабораториях, при необходимости, с использованием к сети интернет.
- Форма организации обучающихся для проведения практического занятия – групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
- Результаты выполнения практической работы оформляются обучающимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются требованиями соответствующей работы.

5.3 Методические указания к выполнению лабораторных работ

- Лабораторные работы сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, так как многие теоретические определения, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.

- Выполнение лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности;

- развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;

- выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.

- Лабораторные занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в специальной лаборатории кафедры, оборудованной для выполнения лабораторных работ (заданий).

- Форма организации обучающихся для проведения лабораторного занятия – фронтальная, групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.

- Результаты выполнения лабораторной работы оформляются обучающимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются требованиями соответствующей работы.

5.4 Проведение занятий в интерактивной форме

- Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуации, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.

- Интерактивная форма обучения реализуется в виде проблемных лекций, коллективных решениях творческих задач и использовании метода проектов.

- **Проблемная лекция.** На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания обучающихся в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Разрешение проблемной ситуации происходит путем организации направления поиска ее решения, выдвижения гипотез и их проверки, решения задач различными способами, нахождения наиболее рационального пути решения и т.д.; анализа полученного результата, обсуждения противоречий или неоднозначности выводов и т.п.

- **Коллективные решения творческих задач.** Под творческими заданиями понимаются такие учебные задания, которые требуют от обучающихся не простого воспроизводства информации, а творчества, поскольку задания содержат больший или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов, несколько методов решения.

5.5 Методические рекомендации к самостоятельной работе

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

- Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.

- К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.
- В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.
- Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:
 - изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, патентной, статистической, периодической и научной информации;
 - подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
 - участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.
- Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.
- Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

5.6 Методические рекомендации по решению тестовых заданий

- Тестовая система предусматривает вопросы/задания, на которые обучающийся должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность.
- При отсутствии какого-либо одного ответа на вопрос, предусматривающий множественный выбор, весь ответ считается неправильным.
- Ответы правильные выделяются в тесте подчеркиванием или любым другим символом.

5.7 Методические рекомендации к выполнению РГР.

- При написании РГЗ обучающийся должен показать умение работать с литературой, анализировать информационные источники, делать обоснованные выводы.
 - Работа над выбранной темой требует от обучающегося знаний методологии выполнения исследования, творческого подхода, логики, аргументации изложения, отражения личного отношения к исследуемой проблеме, прилежания, профессионализма.
- Порядок выполнения РГР состоит из следующих этапов:
- подбор темы и литературы для ее выполнения;
 - разработка рабочего плана;
 - изучение специальных источников информации;
 - формирование основных теоретических положений, практических выводов и рекомендаций;
 - оформление РГР в соответствии с общими требованиями к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов
 - защита РГР.
- Важным этапом выполнения РГР является изучение литературных источников. Эта работа начинается с момента выбора темы РГР. В своей работе обучающийся должен показать умение использовать не только специальную техническую литературу, но и экономическую, нормативно-правовые акты, стандарты и ГОСТы.
 - Список литературы должен быть оформлен в строгом соответствии с правилами библиографии. В тексте РГР обязательно должны быть ссылки на используемую литературу. Количество наименований в списке литературы должно быть не менее 15.

5.7 Методические рекомендации по подготовке презентации

Алгоритм создания презентации:

- 1 этап – определение цели презентации
- 2 этап – подробное раскрытие информации,
- 3 этап – основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:

- первый слайд – титульный, предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;
 - на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;
 - оставшиеся слайды имеют информативный характер.
- Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

Требования к оформлению и представлению презентации:

- Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
- Тщательно структурированная информация.
- Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
- Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
- Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
- Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
- Графика должна органично дополнять текст.
- Выступление с презентацией длится не более 10 минут;

5.8 Методические рекомендации по подготовке доклада

Алгоритм создания доклада:

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Предпосылки ЭМС РЭС?
2. Какие существуют международные организации и конференции по ЭМС РЭС и распределению радиочастот?
3. В чём сущность проблем электромагнитной совместимости?
4. Каким образом используется радиочастотный спектр?
5. Каким образом проводится нормирование параметров радиоизлучений и приема электромагнитных волн?
6. Каким образом обеспечивается ЭМС регулированием использования радиочастот?
7. Как осуществляется контроль по реализации требований ЭМС?
8. Как осуществляется выявление источников помех?
9. Что такое электромагнитная обстановка и её характеризующие параметры?
10. Что такое неосновные излучения РЭС, совершенные и несовершенные излучения?
11. Что такое промышленные помехи, причины, борьба, пути применения устройств защиты и подавления?
12. Методы обеспечения ЭМС РЭС?
13. Какие параметры характеризуют ЭМС радиоприёмных устройств?
14. Какие параметры характеризуют ЭМС радиопередающих устройств?
15. Воздействие электромагнитного поля на окружающую среду и человека?

Литература:

Основная литература

1. Учебно-методическое пособие по дисциплине Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский технический университет связи и информатики, 2015.— 15 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63374.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Ефанов В.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ефанов В.И., Тихомиров А.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 228 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14033.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Носов В.И. Обеспечение электромагнитной совместимости при частотно-территориальном планировании систем спутниковой связи с зональным обслуживанием [Электронный ресурс]: монография/ Носов В.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.— 252 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69547.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Костиков В.Г. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Костиков В.Г., Костиков Р.В., Шахнов В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31593.html>.— ЭБС «IPRbooks»