

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИМА

Баева Л. С.

Ф.И.О.

подпись

«23» января 2019 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

| | |
|--------------------------------------|---|
| Дисциплина | <u>Б1.Б.32 Электромагнитная совместимость</u> <small>код и наименование дисциплины</small> |
| Направление подготовки/специальность | <u>11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы</u> <small>код и наименование направления подготовки /специальности</small> |
| Направленность/специализация | <u>специализация №2 "Радиоэлектронные системы передачи информации"</u> <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small> |
| Квалификация выпускника | <u>специалист</u> <small>указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО</small> |
| Кафедра-разработчик | <u>Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования</u> <small>наименование кафедры-разработчика рабочей программы</small> |

Мурманск
2019

Лист согласования

1 Разработчик(и)

Доцент

РЭС и ТРО

Милкин В.И.

Часть 1

должность

кафедра

подпись

Ф.И.О.

Часть 2

должность

кафедра

подпись

Ф.И.О.

Часть 3

должность

кафедра

подпись

Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования

23.01.2019 г.

наименование кафедры

дата

протокол № 8

подпись

Борисова Л Ф

Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

3¹. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки /специальности.

Заведующий выпускающей кафедрой

наименование кафедры

дата

подпись

Ф.И.О.

¹ Если кафедра-разработчик является выпускающей, то пункт не заполняется.

Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине, входящей в состав ОПОП по направлению специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, специализации №2 Радиоэлектронные системы передачи информации, 2017 года начала подготовки.

Таблица 1. Изменения и дополнения

| № п/п | Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части | Содержание дополнения или изменения | Основание для внесения дополнения или изменения | Дата внесения дополнения или изменения |
|-------|--|-------------------------------------|---|--|
| 1 | Титульного листа | | | |
| 2 | Листа утверждений | | | |
| 3 | Структуры учебной дисциплины (модуля) | | | |
| 4 | Содержания учебной дисциплины (модуля) | | | |
| 5 | Методического обеспечения дисциплины (модуля) | | | |
| 6 | Структуры и содержания ФОС | | | |
| 7 | Рекомендуемой литературы | | | |
| 8 | Перечня интернет ресурсов (ЭБС) | | | |
| 9 | Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем | | | |
| 10 | Перечня МТО | | | |

Дополнения и изменения внесены « ____ » _____ г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

| Коды циклов дисциплин, модулей, практик | Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик | Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности) |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Б1 | Дисциплины(модули) | |
| <u>Б1.Б.32</u> | Электромагнитная совместимость | <p>Цель дисциплины: - формирование компетенций в области профессиональной деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».</p> <p>Задачи дисциплины: - дать необходимые знания с позиции системной методологии производить анализ электромагнитной обстановки, определять разнообразные характеристики электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и выработать пути обеспечения их совместного функционирования с требуемым качеством в условиях ограничения частотного, временного и территориального ресурсов, а также проектированию, моделированию, экспериментальной отработке и техническому обслуживанию систем комплексов и устройств при обеспечении ЭМС.</p> <p>В результате изучения дисциплины студент должен: Знать:причины возникновения проблемы электромагнитной совместимости радиоэлектронных систем; Уметь:выполнять действия, связанные с оценкой основных показателей качества систем передачи информации, с учётом характеристик каналов связи; Владеть: - приёмами оптимизации систем передачи информации и отдельных её подсистем; - навыками обеспечения совместного функционирования радиоэлектронных систем;</p> <p>Содержание основных разделов 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.</p> <p>Реализуемые компетенции: ФГОС ВО ОПК-6, ПСК-2.3. Формы отчетности: Курс 6 – зачёт, контрольная работа</p> |

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/ специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы",
(код и наименование направления подготовки /специальности)

утвержденного №1031 от 11.08.2016, учебного плана
дата, номер приказа Минобрнауки РФ

в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы", направленности специализации "Радиоэлектронные системы передачи информации", 2017 года начала подготовки.

2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью дисциплины (модуля) «Электромагнитная совместимость» является формирование компетенций в эксплуатационно-технической и научно-исследовательской областях профессиональной деятельности, в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

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. Требования к уровню подготовки специалиста в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Компетенции ФГОС

| № п/п | Код компетенции | Компоненты компетенции, степень их реализации | Результаты обучения |
|-------|---|--|---|
| 1 | ОПК – 6 готовность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности | Компетенция реализуется в части «Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники» | знать: - современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; уметь: - оценивать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; владеть: - приёмами использования современной электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности. |

| | | | |
|---|--|--|--|
| 2 | ПСК-2.3 способность проводить оп- тимизацию ра- диосистем пе- редачи инфор- мации и от- дельных ее подсистем | Компетенция реализуется в части «Способен осуществлять испытания ра- диоэлектронных систем и ком- плексов, анали- зировать их ре- зультаты» | знать: - приёмы оптимизации радиосистем передачи информации и отдельных ее подсистем; уметь: - производить проводить оптимизацию радиосистем передачи информации и отдельных ее подсистем; владеть: - техникой оптимизации радиосистем передачи информации и отдельных ее подсистем. |
|---|--|--|--|

4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3 - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

| Вид учебной нагрузки | Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения | | | |
|---|--|--|--|-------------|
| | Заочная | | | Всего часов |
| | Курс | | | |
| | 6 | | | |
| Лекции | 4 | | | 4 |
| Практические работы | 4 | | | 4 |
| Лабораторные работы | 4 | | | 4 |
| Самостоятельная работа | 92 | | | 92 |
| Подготовка и сдача экзамена | 4 | | | 4 |
| Всего часов по дисциплине | 108 | | | 108 |
| Формы промежуточного и текущего контроля | | | | |
| Экзамен | - | | | - |
| Зачет/зачет с оценкой | + | | | + |
| Курсовая работа (проект) | - | | | - |
| Количество расчетно-графических работ | - | | | - |
| Количество контрольных работ | 1 | | | 1 |
| Количество рефератов | - | | | - |

Таблица 4-Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

| | |
|---|--|
| Содержание разделов (модулей), тем дисциплины | Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения |
| | Заочная |

| | Л | ЛР | ПР | СР |
|---|---|----|----|----|
| Тема 1. Предмет задачи и значение дисциплины, краткие исторические сведения, предпосылки ЭМС РЭС. | 1 | - | - | 8 |
| 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 | - | - | 10 |
| Тема 3. Проблемы электромагнитной совместимости, особенности использования радиочастотного спектра, нормирование параметров радиоизлучений и приема электромагнитных волн. | 1 | - | 1 | 6 |
| Тема 4. Обеспечение ЭМС регулированием использования радиочастот, контроль по реализации требований ЭМС. | 1 | - | - | 6 |
| Тема 5. Выявление источников помех. | - | - | - | 6 |
| Тема 6. Электромагнитная обстановка, характеризующие параметры, учет влияния помех | - | - | - | 6 |
| Тема 7. Неосновные излучения РЭС, совершенные и несовершенные излучения | - | 1 | 1 | 6 |
| Тема 8. Индустриальные помехи, причины, борьба, пути применения устройств защиты и подавления. | - | 1 | 1 | 6 |
| Тема 9. Нормы и рекомендации, направленные на ограничение радиопомех. | - | - | 1 | 6 |
| Тема 10. Методы обеспечения ЭМС РЭС. | - | 1 | - | 6 |
| Тема 11. Характеристики и параметры ЭМС радиоприёмных устройств. | - | - | - | 6 |
| Тема 12. Характеристики и параметры ЭМС радиопередатчиков и АФС. | - | - | - | 6 |
| Тема 13. Измерения и испытания в области ЭМС. | - | 1 | - | 6 |
| Тема 14. Воздействие электромагнитного поля на окружающую среду и человека, электромагнитная безопасность радиоэлектронных средств. | - | - | - | 8 |
| Итого за дисциплину: | 4 | 4 | 4 | 92 |

Таблица 5 -Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля ФГОС

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | | | | | Формы контроля |
|----------------------|--------------|----|----|-------|---|-----|---|----|---|
| | Л | ЛР | ПР | КР/КП | р | к/р | э | СР | |
| ОПК - 6 | + | + | + | - | - | + | - | + | Конспект, защита лабораторных работ, зачёт. |
| ПСК- 2.3 | + | + | + | - | - | + | - | + | Конспект, защита лабораторных работ, зачёт. |

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР/КП – курсовая работа (проект), р – реферат, к/р – контрольная работа, э - эссе, СР – самостоятельная работа.

Таблица 6 -Перечень лабораторных работ

| № п\п | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов | № темы по Таблице 4 |
|-------|--|--------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Исследование электромагнитной обстановки в районе МГТУ | 1 | 3,4 |
| 2 | Оценка электромагнитной совместимости радиоприёмного устройства | 1 | 4 |
| 3 | Исследование работы радиоприёмника с устройствами защиты от помех. | 1 | 11,12 |
| 4 | Оценка эффективности фильтрации высокочастотной помехи на входе радиоприёмника | 1 | 8 |
| | Итого: | 4 | |

Таблица 7- Перечень практических работ

| № п\п | Наименование практических работ | Кол-во часов | № темы по Таблице 4 |
|-------|---|--------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Исследование особенностей распределения радиочастот. | 1 | 1, 2 |
| 2 | Анализ нормирования радиочастотного спектра | 1 | 4 |
| 3 | Расчёт ЭМС с учётом использования радиочастотного спектра | 1 | 4 |
| 4 | Расчёт ЭМС с учётом непреднамеренных радиопомех | 1 | 2, 3, 4, 5 |
| | Итого: | 4 | |

5. Перечень примерных тем контрольной работы:

1. Расчет пространственного разнеса при совпадении несущей частоты
2. Анализ влияния среды распространения на взаимосвязь между антенными устройствами.
3. Расчет электромагнитной доступности эфирных линий радиосвязи.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

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»

7. Фонд оценочных средств(является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа) и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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»

9. Перечень ресурсов информационно- телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) *

1. <https://seacomm.ru/>
2. <http://seaman-sea.ru/>
3. <http://www.rivreg.ru/>

10. Перечень информационных технологий и лицензионного программного обеспечения, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. MicrosoftExcel

2. Autocad

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 8

| № п.п. | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий | Перечень оборудования и технических средств обучения |
|--------|---|--|
|--------|---|--|

| | | |
|----|---|---|
| 1. | 512 В «Лаборатория электродинамики и распространения радиоволн» | 512 В: Количество столов - 12 Количество стульев - 24 Посадочных мест - 24 Доска аудиторная - 1 |
| 2. | 509 В «Лаборатория радиоприемных устройств и радиоизмерений» | Количество столов - 5 Количество стульев - 10 Посадочных мест - 10 Учебный макет частотомера «SystronDonner 6245 В» - 1 шт., Учебный макета генератора Г3-109 - 1 шт., Учебный макета генератора Г4-116 - 1 шт., Учебный макета генератора Г4-78 - 1 шт., Учебный макета генератора Г3-33 - 1 шт., Осциллограф С1-64 1 шт., Измеритель ТТ-1 - 1 шт., ИзмерительЦ 4353 - 1 шт., Измеритель В 4.11 - 1 шт., Учебный макет радиоприемника Р-313 М2 - 1 шт., Учебный макет радиоприемника «Волна-К» - 1 шт., Учебный макет радиоприемника Р-375 П - 1 шт., Учебный макет радиоприемника Р- 396 - 1 шт., Учебный макет радиоприемника «Сибирь» - 1 шт., Учебный макет системы АИС Транзас – Т101 - 1 шт., Учебный макет УКВ радиоприемопередатчика STR 4800 RSC - 1 шт., Учебный макет РЛО SARTSepreIesm - 1 шт. Учебный макет АРБ-406 - 1 шт. |
| 3. | 213С Специальное помещение для самостоятельной работы | Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения: – доска аудиторная – 1 шт. – персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: Intel(R) Core(TM) 2 DUO CPU E7200 2,53ГГц, 1 ГбОЗУ – 2 шт.; Intel(R) Pentium(R) CPU G840 2,8ГГц, 2 ГбОЗУ – 3 шт.; Intel(R) Celeron(R) CPU 2,8 ГГц, 1 ГбОЗУ – 1 шт.; Intel(R) Pentium(R) 4CPU 2,8ГГц, 1,5 ГбОЗУ – 1 шт.; Посадочных мест – 11 |

**Таблица 9 - Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация - зачёт)
Дисциплина «Электромагнитная совместимость»**

| № | Контрольные точки | Зачетное количество баллов | | График прохождения (неделя сдачи) |
|---|--|----------------------------|------------|-----------------------------------|
| | | min | max | |
| Текущий контроль | | | | |
| 1. | Посещение лекций (2 лекции- 4 ч.) Менее 50% посещений – 0 баллов, (1 лекций) 50 % - 13 баллов; (2 лекций) 100 % - 24 балла | 19 | 24 | 18-ая неделя |
| 2. | Выполнение лабораторных работ (2 лаб.-4ч.) Выполнение одной л/р – 2 балла, не в срок – 1 балла (выполнение фиксируется преподавателем) | 7 | 14 | По расписанию |
| 3. | Защита лабораторных работ Защита одной л/р – от 1 до 4 баллов. Отличная защита– 4 балла, хорошая – 3 балла, удовл. – 2 балла | 14 | 28 | По расписанию |
| 4. | Выполнение практических работ (2 пр.-4ч.) Выполнение одной пр/р в срок – 2, не в срок – 1,4 балла. | 10 | 14 | 10 неделя |
| 5. | Контрольная работа Выполнение с защитой к/р – от 10 до 20 баллов. Отл. – 20 баллов, хор. – 15 баллов, удовл. – 10 баллов | 10 | 20 | |
| ИТОГО за работу в семестре | | 60 | 100 | 18-ая неделя |
| Промежуточная аттестация «зачет» | | | | |
| ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | | 60 | 100 | Зачетная неделя |
| <p>Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом, то он считается аттестованным. Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с дифференцированным зачетом, то он считается аттестованным с оценкой согласно шкале баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5», 81-90 баллов - оценка «4», 60- 80 баллов - оценка «3».</p> <p>Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося</p> | | | | |
| ИТОГО за дисциплину | | 60 | 100 | |

Таблица 10 - Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – зачёт)

(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

| ФИО | Количество баллов | | | | | |
|-----|-------------------|----------------|-----------------|------------|--------------|-------|
| | Посещение лекций | Выполнение л/р | Выполнение пр/р | Защита л/р | Контр. точки | Итого |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |