

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1152369	Электромагнитная совместимость устройств и систем

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Конструирование и технология электронных средств	Код ОП 1. 11.03.03/33.01
Направление подготовки 1. Конструирование и технология электронных средств	Код направления и уровня подготовки 1. 11.03.03

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Корнилов Илья Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Электромагнитная совместимость устройств и систем

1.1. Аннотация содержания модуля

Изучение модуля обеспечивает понимание принципов обеспечения электромагнитной совместимости в радиотехнических устройствах и системах. В результате освоения модуля студенты приобретают навыки решения задач схемотехнического и конструкторско-технологического обеспечения электромагнитной совместимости на различных уровнях проектирования устройств и систем.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Электромагнитная совместимость устройств и систем	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Техническая электродинамика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Методы и устройства испытаний электронных средств

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Электромагнитная совместимость устройств и систем	ПК-4 - Способен отлаживать, испытывать и сдавать в эксплуатацию опытные образцы радиоэлектронных устройств и систем	З-1 - Изложить основные принципы работы с измерительным электронным оборудованием У-1 - Создавать проверочные стенды, разрабатывать методики испытаний и проводить испытания У-3 - Правильно интерпретировать результаты измерений электронными

		<p>приборами для отладки и тестирования опытных образцов</p> <p>П-1 - Способность выполнять работы по технологической подготовке производства и метрологическому обеспечению</p> <p>П-3 - Разрабатывать рекомендации по совершенствованию характеристик аналоговых и цифровых схем с точки зрения повышения точности измерений и надёжности</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Электромагнитная совместимость
устройств и систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Князев Николай Сергеевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи
2	Корнилов Илья Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	департамент радиоэлектроники и связи

Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Князев Николай Сергеевич, Доцент, департамент радиоэлектроники и связи
- Корнилов Илья Николаевич, Доцент, департамент радиоэлектроники и связи

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Проблемы и нормативная база в области электромагнитной совместимости	Введение в электромагнитную совместимость (ЭМС). Определение электромагнитной совместимости. Основные понятия и термины в области ЭМС. Необходимость обеспечения электромагнитной совместимости. Основные проблемы обеспечения электромагнитной совместимости устройств и систем. Обеспечение ЭМС на различных этапах жизненного цикла изделия. Нормативно-правовое регулирование в области ЭМС. Организации, разрабатывающие нормативы и стандарты в области ЭМС. Сертификация продукции на соответствие требованиям по электромагнитной совместимости. Российская система стандартизации и сертификации в области ЭМС: технический регламент таможенного союза ТР ТС 020/2011, система стандартов в области ЭМС, применяемая в РФ
2	Основные принципы обеспечения электромагнитной совместимости устройств и систем	Постановка задачи обеспечения электромагнитной совместимости устройств и систем. Радиочастотный ресурс и его эффективное использование. Источники и рецепторы электромагнитных помех. Проблемы помехоэмиссии и помехоустойчивости. Внутрисистемная и межсистемная ЭМС. Электромагнитные помехи и их классификация. Виды радиопомех. Источники и характеристики естественных радиопомех. Источники и характеристики промышленных радиопомех. Механизмы распространения электромагнитных помех. Излучаемые и кондуктивные радиопомехи. Измерение

		и оценка уровня электромагнитных помех: диапазоны частот и длин волн, единицы измерений. Типовые источники помех в радиоэлектронном устройстве. Причины возникновения радиопомех в цепях питания и шинах передачи данных. Электродинамические модели распространения радиопомех. Паразитные связи в ближней зоне – емкостная и индуктивная. Применение дифференциальных линий передачи для снижения паразитных связей. Неидеальность компонентов радиоэлектронных устройств и их модели. Типы печатных плат. Элементы и узлы печатных плат
3	Схемотехнические методы обеспечения электромагнитной совместимости устройств и систем	Фильтры радиопомех: принципы работы, отражение и подавление, вносимые потери, основные типы, требования по установке, фильтры питания, ферритовые фильтрующие устройства. Развязывающие устройства. Специальные схемные решения. Выполнение межблочных соединений. Устройства защиты от мощных импульсных помех и перенапряжений. Методы проектирования и трассировки печатных плат с учетом требований по ЭМС: типовые проблемы, критические зоны и элементы, выбор структуры печатной платы, требования по размещению линий питания, варианты выполнения трассировки проводников, выполнение переходных отверстий, реализация заземления, согласование линии передачи с нагрузкой, неоднородности, паразитные связи.
4	Конструкторско-технологические методы обеспечения электромагнитной совместимости устройств и систем	Проектирование устройств и систем с учетом обеспечения ЭМС. Заземление. Группирование проводников. Зонирование и группирование элементов радиоэлектронных устройств. Компоновка радиоэлектронных устройств с целью обеспечения ЭМС. Экранирование: сплошные экраны, несплошные экраны, экранирование проводников. Ослабление емкостной и индуктивной связи проводников
5	Методы испытания устройств и систем на соответствие требованиям по электромагнитной совместимости	Требования к проведению испытаний. Условия проведения испытаний. Эмиссия радиочастотных помех: средства измерений, вспомогательное оборудование. Методы измерения кондуктивных помех. Методы измерения излучаемых помех. Подготовка и проведение испытаний. Источники неопределённости. Эмиссия гармонических составляющих потребляемого тока и фликер. Классификация испытываемого оборудования и нормы. Оценка результатов испытаний. Критерий соответствия. Оценка соответствия. Требования к проведению испытаний на помехоустойчивость. Условия проведения испытаний. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю: метод и схема испытаний. Устойчивость к электростатическим разрядам: оборудование, метод и схема испытаний. Устойчивость к переходным (кондуктивным) помехам: оборудование, метод и схема испытаний. Наносекундные импульсные помехи. Микросекундные импульсные помехи большой энергии. Кондуктивные низкочастотные помехи. Кондуктивные помехи, наведённые электромагнитными полями. Устойчивость к магнитному полю. Устойчивость к пониженному качеству электрической энергии.

		Оценка результатов испытаний. Критерии качества функционирования.
--	--	-------------------------------------------------------------------

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен отлаживать, испытывать и сдавать в эксплуатацию опытные образцы радиоэлектронных устройств и систем	У-3 - Правильно интерпретировать результаты измерений электронными приборами для отладки и тестирования опытных образцов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость устройств и систем

Электронные ресурсы (издания)

1. Кисель, Н. Н.; Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем : учебное пособие.; Южный федеральный университет, Таганрог; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493064> (Электронное издание)
2. Пудовкин, А. П.; Электромагнитная совместимость и помехозащищённость РЭС : учебное пособие.; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277937> (Электронное издание)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электромагнитные измерения. Князев Н.С., Мительман Ю.Е., Сычугов С.Г. ЭОР УрФУ, инструментально-программно-методический комплекс. Создан: 09.04.2013 URL: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/11234>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1.ГОСТ 30804.4.3-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200104293>.

2.ГОСТ Р 51318.11-2006. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМБ) высокочастотных устройств. Нормы и методы испытаний. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200050059>.

3.ГОСТ 30805.16.1.4-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к аппаратуре для измерения параметров промышленных радиопомех и помехоустойчивости и методы измерений. Часть 1-4. Аппаратура для измерения параметров промышленных радиопомех и помехоустойчивости. Устройства для измерения излучаемых радиопомех и испытаний на устойчивость к излучаемым радиопомехам. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200103331>.

4.ГОСТ 30805.22-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи промышленные. Нормы и методы измерений. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200103840>.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость устройств и систем

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM