

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производственных процессов
Кафедра электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость электронных устройств и систем
(наименование дисциплины)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(код, наименование направления)

Промышленная электроника
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, очно-заочная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Электромагнитная совместимость (ЭМС) позволяет устройствам функционировать без существенного снижения качества в условиях воздействия непреднамеренных помех со стороны других технических средств.

Вопросы электромагнитной совместимости в электронике касаются практически всех приложений, от портативных устройств до установок силовой электроники и затрагивают многих разработчиков, от схемотехников до конструкторов.

Дисциплина «Электромагнитная совместимость электронных устройств и систем» охватывает вопросы создания, эксплуатации и развития перспективных технических средств, связанные с обеспечением их электромагнитной совместимости. Согласно государственным стандартам и международным нормам технические средства подвергаются обязательной сертификации на соответствие электромагнитной совместимости, что требует от специалистов, занятых электронных и радиотехнических отраслях, наличие компетенций в этой области.

Цели дисциплины: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков обеспечения электромагнитной совместимости электронных средств.

Задачи дисциплины: наделить студентов знаниями и навыками в области анализа и методов обеспечения электромагнитной совместимости электронных средств в процессе профессиональной деятельности.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональной компетенции (ПК-4) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – дисциплина входит в часть БЛОКА 1, формируемую участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (профиль подготовки «Информационные технологии проектирования электронных устройств»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента в результате освоения дисциплин ОПОП подготовки бакалавра: «Высшая математика», «Физические основы электроники», «Твердотельная электроника», «Методы анализа и расчета электронных схем», «Магнитные элементы электронных устройств», «Материалы и компоненты электронной техники», «Схемотехника аналоговых устройств», «Основы силовой преобразовательной техники», «Электронные силовые преобразовательные устройства», «Конструирование и надежность электронных устройств».

В свою очередь, дисциплина «Электромагнитная совместимость электронных устройств и систем» является основой для изучения следующих дисциплин: «Организация научных исследований», а также, приобретенные знания могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

В дисциплине рассматриваются основные понятия, термины и определения в области электромагнитной совместимости электронных устройств, вопросы распространения электромагнитных помех, методики и типы испытаний на определение параметров электромагнитной совместимости и помехоустойчивости технических средств. Описываются частотные зависимости базовых элементов схем устройств преобразовательной техники, способы борьбы с электромагнитными помехами, фильтрация сетевых цепей питания электронных устройств.

Изучение данной дисциплины помогает вырабатывать систему взглядов, заключающуюся в необходимости учёта создаваемых помех и подверженности им при решении любых задач разработки, конструирования, производства и эксплуатации электронных устройств.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак.ч. Для очной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (24 ак.ч.), практические (24 ак.ч.), занятия и самостоятельная работа студента (60 ак.ч.).

Для очно-заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (12 ак.ч.), практические (4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (92 ак.ч.).

Для заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 ак.ч.), практические (2 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (100 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре при очной форме обучения и на 5 курсе в 9 семестре при очно-заочной и заочной форме обучения.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость электронных устройств» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных средств, схем и устройств различного функционального назначения	ПК-4	ПК-4.1. Демонстрирует навыки решения задач анализа и расчета характеристик электронных схем и устройств различного функционального ПК-4.2. Осуществляет расчет основных показателей надежности электронных устройств ПК-4.3. Выбирает тип элементов электронных схем с учетом технических требований к разрабатываемому устройству

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак. ч. по семестрам
		8
Аудиторная работа, в том числе:	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	60	60
Подготовка к лекциям	6	6
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	6	6
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	12	12
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольным работам	-	-
Подготовка к коллоквиуму	4	4
Аналитический информационный поиск	18	18
Работа в библиотеке	6	6
Подготовка к экзамену (диф. зачету)	6	6
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), диф. зачет (ДЗ)	3 (2)	3 (2)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. ч.	108	108
з.е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 11 тем:

- тема 1 (Введение в теорию электромагнитного поля);
- тема 2 (Общие вопросы электромагнитной совместимости);
- тема 3 (Источники электромагнитного излучения (источники помех);
- тема 4 (Рецепторы помех);
- тема 5 (Межаппаратурная электромагнитная совместимость);
- тема 6 (Внутриаппаратурная электромагнитная совместимость);
- тема 7 (Элементная база электронных устройств и линии связи с учетом ЭМС);
- тема 8 (Экранирование электромагнитных полей);
- тема 9 (Фильтрация помех);
- тема 10 (Заземление);
- тема 11 (Испытание технических средств на электромагнитную совместимость).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной, очно-заочной и заочной формы приведены в таблице 3, 4 и 5 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Введение в теорию электромагнитного поля	Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла. Характеристики электромагнитного поля. Международная классификация электромагнитных волн по диапазонам частот. Стационарное электромагнитное поле. Магнитостатическое поле. Электростатическое поле. Квазистационарное электромагнитное поле. Высокочастотное электромагнитное поле. Действие электромагнитного поля в зависимости от расстояния до источника поля. Основные свойства электромагнитного поля в ближней зоне. Основные свойства электромагнитного поля в промежуточной зоне. Основные свойства электромагнитного поля в дальней зоне.	2	Введение в теорию электромагнитного поля	2	—	—
2	Общие вопросы электромагнитной совместимости	Причины возникновения проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС). Понятие электромагнитной обстановки. Основные термины и определения ЭМС. Внутриаппаратурная и межаппаратурная электромагнитная совместимость. Источники и рецепторы электромагнитных помех. Математическое описание основных видов помех и их статистические	2	Общие вопросы электромагнитной совместимости	2	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		характеристики. Принципы расчетов ЭМС. Нормативно-техническая документация и стандарты в области ЭМС. Измерения в области ЭМС.					
3	Источники электромагнитного излучения (источники помех)	Естественные источники: внеземные (солнечная активность, космическое излучение); земные (грозовые разряды, электромагнитное поле Земли, радиоактивность). Искусственные источники: устройства генерирования и преобразования электрической энергии; линии электропередач и распределительные устройства; электротранспорт; промышленная аппаратура и технологическое оборудование; передатчики радиосвязи, радиовещания и телевидения, системы сотовой и спутниковой связи; радиолокационные станции; научно-исследовательское оборудование; медицинское оборудование; персональные компьютеры и оборудование информационных технологий; бытовые электроприборы.	2	Источники электромагнитного излучения (источники помех)	2	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
4	Рецепторы помех	Естественные рецепторы: люди; животные; растения. Искусственные рецепторы: электронные устройства; промышленная аппаратура; приемные устройства радиосвязи, радиовещания и телевидения, систем сотовой и спутниковой связи, радиолокационных станций; научно-исследовательское оборудование; медицинское оборудование; персональные компьютеры и оборудование информационных технологий; функциональные узлы радиоэлектронных устройств; электровоспламенители и электродетонаторы.	2	Рецепторы помех	2	—	—
5	Межаппаратурная электромагнитная совместимость	Электромагнитная совместимость технических средств. Механизмы внешних электромагнитных воздействий на технические системы. Особенности межсоединений технических средств. Методы исследования ЭМС технических систем при внешних электромагнитных воздействиях. Методы и средства прогнозирования ЭМС при внешних электромагнитных воздействиях. Методы и средства обеспечения электромагнитной совместимости при внешних электромагнитных воздействиях.	2	Межаппаратурная электромагнитная совместимость	2	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
6	Внутриаппаратурная электромагнитная совместимость	Структура помехонесущих электромагнитных полей. Электрические излучатели. Магнитные излучатели. Структура помехонесущих ЭМП в ближней зоне. Структура помехонесущих ЭМП в промежуточной зоне. Структура помехонесущих ЭМП в дальней зоне. Методы обеспечения электромагнитной совместимости. Рациональная компоновка электронных устройств 1, 2 и 3 структурных уровней. Экранирование. Фильтрация. Заземление. Компенсация.	2	Внутриаппаратурная электромагнитная совместимость	2	—	—
7	Элементная база электронных устройств и линии связи с учетом ЭМС	Элементная база ЭУ с учетом ЭМС. Пассивные электрорадиоизделия и их поведение на высоких частотах. Активные радиоэлементы. Рекомендации по выбору пассивных и активных ЭРИ с учетом ЭМС. Линии связи ЭУ с учетом ЭМС. Помехи в одиночных линиях связи. Модели линий связи. Короткие и длинные линии связи. Параметры некоторых внутриаппаратурных линий связи. Искажения сигнала в линиях связи. Длинная линия с нелинейной нагрузкой. Вопросы согласования линий связи. Индуцированные помехи в линиях связи. Взаимные электрические параметры линий связи.	2	Элементная база электронных устройств и линии связи с учетом ЭМС	2	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Помехи во взаимодействующих линиях связи. Анализ для коротких линий связи. Методы уменьшения перекрестных помех. Индуцированные помехи в длинных линиях связи. Рекомендации по конструированию линий связи					
8	Экранирование электромагнитных полей	Основные характеристики и методы экранирования. Конструктивное исполнение экранов. Анализ эффективности электромагнитного экранирования. Экранирование электромагнитных полей. Влияние конструктивных параметров на величину магнитной связи	2	Экранирование электромагнитных и магнитных полей	2	—	—
9	Фильтрация помех	Общие сведения о фильтрации помех. Эффективность фильтрации. Помехоподавляющие элементы. Фильтрация цепей питания.	2	Экранирование электростатических полей	2	—	—
10	Заземление	Требования, предъявляемые к конструкциям магнитных экранов. Магнитостатическое экранирование. Требования к магнитостатическим экранам. Вытеснение магнитного поля помехи полем вихревых токов в экране. Требования к экранам на вихревых токах. Сетчатые экраны. Экранирование электростатических полей. Влияние конструктивных параметров электростатических экранов. Требования	2	Фильтрация помех и заземление	2	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		ния к электростатическим экранам. Многослойные экраны. Перфорированные экраны. Материалы для экранов. Экранирование печатного монтажа. Экранирование электроакустических полей					
11	Испытание технических средств на электромагнитную совместимость	Нормы излучения и восприимчивости в области ЭМС. Экспериментальные методы исследования характеристик ЭМС. Технические задачи контроля электромагнитной обстановки. Измерение напряженности поля и плотности потока мощности. Радиоприемные устройства средств радиоконтроля. Измерительные антенные устройства и системы. Испытания на кондуктивную эмиссию электромагнитных помех от технических средств. Испытания на кондуктивную восприимчивость технических средств. Испытания на излучаемую эмиссию электромагнитных помех от технических средств. Испытания на излучаемую восприимчивость технических средств. Оборудование для испытаний технических средств на электромагнитную совместимость	4	Испытание технических средств на электромагнитную совместимость	4	—	—
Всего аудиторных часов			24		24	—	

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Введение в теорию электромагнитного поля	Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла. Характеристики электромагнитного поля. Международная классификация электромагнитных волн по диапазонам частот. Стационарное электромагнитное поле. Магнитостатическое поле. Электростатическое поле. Квазистационарное электромагнитное поле. Высокочастотное электромагнитное поле. Действие электромагнитного поля в зависимости от расстояния до источника поля. Основные свойства электромагнитного поля в ближней зоне. Основные свойства электромагнитного поля в промежуточной зоне. Основные свойства электромагнитного поля в дальней зоне.	1	Введение в теорию электромагнитного поля	0,25	–	–
2	Общие вопросы электромагнитной совместимости	Причины возникновения проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС). Понятие электромагнитной обстановки. Основные термины и определения ЭМС. Внутриаппаратурная и межаппаратурная электромагнитная совместимость. Источники и рецепторы электромагнитных помех. Мате-	1	Общие вопросы электромагнитной совместимости	0,25	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		матическое описание основных видов помех и их статистические характеристики. Принципы расчетов ЭМС. Нормативно-техническая документация и стандарты в области ЭМС. Измерения в области ЭМС.					
3	Источники электромагнитного излучения (источники помех)	Естественные источники: внеземные (солнечная активность, космическое излучение); земные (грозовые разряды, электромагнитное поле Земли, радиоактивность). Искусственные источники: устройства генерирования и преобразования электрической энергии; линии электропередач и распределительные устройства; электротранспорт; промышленная аппаратура и технологическое оборудование; передатчики радиосвязи, радиовещания и телевидения, системы сотовой и спутниковой связи; радиолокационные станции; научно-исследовательское оборудование; медицинское оборудование; персональные компьютеры и оборудование информационных технологий; бытовые электроприборы.	1	Источники электромагнитного излучения (источники помех)	0,25	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
4	Рецепторы помех	Естественные рецепторы: люди; животные; растения. Искусственные рецепторы: электронные устройства; промышленная аппаратура; приемные устройства радиосвязи, радиовещания и телевидения, систем сотовой и спутниковой связи, радиолокационных станций; научно-исследовательское оборудование; медицинское оборудование; персональные компьютеры и оборудование информационных технологий; функциональные узлы радиоэлектронных устройств; электровоспламенители и электродетонаторы.	1	Рецепторы помех	0,25	—	—
5	Межаппаратурная электромагнитная совместимость	Электромагнитная совместимость технических средств. Механизмы внешних электромагнитных воздействий на технические системы. Особенности межсоединений технических средств. Методы исследования ЭМС технических систем при внешних электромагнитных воздействиях. Методы и средства прогнозирования ЭМС при внешних электромагнитных воздействиях. Методы и средства обеспечения электромагнитной совместимости при внешних электромагнитных воздействиях.	1	Межаппаратурная электромагнитная совместимость	0,25	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
6	Внутриаппаратурная электромагнитная совместимость	Структура помехонесущих электромагнитных полей. Электрические излучатели. Магнитные излучатели. Структура помехонесущих ЭМП в ближней зоне. Структура помехонесущих ЭМП в промежуточной зоне. Структура помехонесущих ЭМП в дальней зоне. Методы обеспечения электромагнитной совместимости. Рациональная компоновка электронных устройств 1, 2 и 3 структурных уровней. Экранирование. Фильтрация. Заземление. Компенсация.	1	Внутриаппаратурная электромагнитная совместимость	0,25	—	—
7	Элементная база электронных устройств и линии связи с учетом ЭМС	Элементная база ЭУ с учетом ЭМС. Пассивные электрорадиоизделия и их поведение на высоких частотах. Активные радиоэлементы. Рекомендации по выбору пассивных и активных ЭРИ с учетом ЭМС. Линии связи ЭУ с учетом ЭМС. Помехи в одиночных линиях связи. Модели линий связи. Короткие и длинные линии связи. Параметры некоторых внутриаппаратурных линий связи. Искажения сигнала в линиях связи. Длинная линия с нелинейной нагрузкой. Вопросы согласования линий связи. Индуцированные помехи в линиях связи. Взаимные электрические параметры линий связи.	1	Элементная база электронных устройств и линии связи с учетом ЭМС	0,5	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Помехи во взаимодействующих линиях связи. Анализ для коротких линий связи. Методы уменьшения перекрестных помех. Индуцированные помехи в длинных линиях связи. Рекомендации по конструированию линий связи					
8	Экранирование электромагнитных полей	Основные характеристики и методы экранирования. Конструктивное исполнение экранов. Анализ эффективности электромагнитного экранирования. Экранирование электромагнитных полей. Влияние конструктивных параметров на величину магнитной связи	1	Экранирование электромагнитных и магнитных полей	0,5	—	—
9	Фильтрация помех	Общие сведения о фильтрации помех. Эффективность фильтрации. Помехоподавляющие элементы. Фильтрация цепей питания.	1	Экранирование электростатических полей	0,5	—	—
10	Заземление	Требования, предъявляемые к конструкциям магнитных экранов. Магнитостатическое экранирование. Требования к магнитостатическим экранам. Вытеснение магнитного поля помехи полем вихревых токов в экране. Требования к экранам на вихревых токах. Сетчатые экраны. Экранирование электростатических полей. Влияние конструктивных параметров электростатических экранов. Требования	1	Фильтрация помех и заземление	0,5	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		ния к электростатическим экранам. Многослойные экраны. Перфорированные экраны. Материалы для экранов. Экранирование печатного монтажа. Экранирование электроакустических полей					
11	Испытание технических средств на электромагнитную совместимость	Нормы излучения и восприимчивости в области ЭМС. Экспериментальные методы исследования характеристик ЭМС. Технические задачи контроля электромагнитной обстановки. Измерение напряженности поля и плотности потока мощности. Радиоприемные устройства средств радиоконтроля. Измерительные антенные устройства и системы. Испытания на кондуктивную эмиссию электромагнитных помех от технических средств. Испытания на кондуктивную восприимчивость технических средств. Испытания на излучаемую эмиссию электромагнитных помех от технических средств. Испытания на излучаемую восприимчивость технических средств. Оборудование для испытаний технических средств на электромагнитную совместимость	2	Испытание технических средств на электромагнитную совместимость	0,5	—	—
Всего аудиторных часов			12		4	—	

Таблица 5 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Введение в теорию электромагнитного поля	Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла. Характеристики электромагнитного поля. Международная классификация электромагнитных волн по диапазонам частот. Стационарное электромагнитное поле. Магнитостатическое поле. Электростатическое поле. Квазистационарное электромагнитное поле. Высокочастотное электромагнитное поле. Действие электромагнитного поля в зависимости от расстояния до источника поля. Основные свойства электромагнитного поля в ближней зоне. Основные свойства электромагнитного поля в промежуточной зоне. Основные свойства электромагнитного поля в дальней зоне.	0,5	—	—	—	—
2	Общие вопросы электромагнитной совместимости	Причины возникновения проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС). Понятие электромагнитной обстановки. Основные термины и определения ЭМС. Внутриаппаратурная и межаппаратурная электромагнитная совместимость. Источники и рецепторы электромагнитных помех. Мате-	0,5	—	—	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		матическое описание основных видов помех и их статистические характеристики. Принципы расчетов ЭМС. Нормативно-техническая документация и стандарты в области ЭМС. Измерения в области ЭМС.					
3	Источники электромагнитного излучения (источники помех)	Естественные источники: внеземные (солнечная активность, космическое излучение); земные (грозовые разряды, электромагнитное поле Земли, радиоактивность). Искусственные источники: устройства генерирования и преобразования электрической энергии; линии электропередач и распределительные устройства; электротранспорт; промышленная аппаратура и технологическое оборудование; передатчики радиосвязи, радиовещания и телевидения, системы сотовой и спутниковой связи; радиолокационные станции; научно-исследовательское оборудование; медицинское оборудование; персональные компьютеры и оборудование информационных технологий; бытовые электроприборы.	0,5	Источники электромагнитного излучения (источники помех)	0,25	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
4	Рецепторы помех	Естественные рецепторы: люди; животные; растения. Искусственные рецепторы: электронные устройства; промышленная аппаратура; приемные устройства радиосвязи, радиовещания и телевидения, систем сотовой и спутниковой связи, радиолокационных станций; научно-исследовательское оборудование; медицинское оборудование; персональные компьютеры и оборудование информационных технологий; функциональные узлы радиоэлектронных устройств; электровоспламенители и электродетонаторы.	0,5	—	—	—	—
5	Межаппаратурная электромагнитная совместимость	Электромагнитная совместимость технических средств. Механизмы внешних электромагнитных воздействий на технические системы. Особенности межсоединений технических средств. Методы исследования ЭМС технических систем при внешних электромагнитных воздействиях. Методы и средства прогнозирования ЭМС при внешних электромагнитных воздействиях. Методы и средства обеспечения электромагнитной совместимости при внешних электромагнитных воздействиях.	0,5	Межаппаратурная электромагнитная совместимость	0,25	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
6	Внутриаппаратурная электромагнитная совместимость	Структура помехонесущих электромагнитных полей. Электрические излучатели. Магнитные излучатели. Структура помехонесущих ЭМП в ближней зоне. Структура помехонесущих ЭМП в промежуточной зоне. Структура помехонесущих ЭМП в дальней зоне. Методы обеспечения электромагнитной совместимости. Рациональная компоновка электронных устройств 1, 2 и 3 структурных уровней. Экранирование. Фильтрация. Заземление. Компенсация.	0,5	Внутриаппаратурная электромагнитная совместимость	0,25	—	—
7	Элементная база электронных устройств и линии связи с учетом ЭМС	Элементная база ЭУ с учетом ЭМС. Пассивные электрорадиоизделия и их поведение на высоких частотах. Активные радиоэлементы. Рекомендации по выбору пассивных и активных ЭРИ с учетом ЭМС. Линии связи ЭУ с учетом ЭМС. Помехи в одиночных линиях связи. Модели линий связи. Короткие и длинные линии связи. Параметры некоторых внутриаппаратурных линий связи. Искажения сигнала в линиях связи. Длинная линия с нелинейной нагрузкой. Вопросы согласования линий связи. Индуцированные помехи в линиях связи. Взаимные электрические параметры линий связи.	0,5	Элементная база электронных устройств и линии связи с учетом ЭМС	0,25	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Помехи во взаимодействующих линиях связи. Анализ для коротких линий связи. Методы уменьшения перекрестных помех. Индуцированные помехи в длинных линиях связи. Рекомендации по конструированию линий связи					
8	Экранирование электромагнитных полей	Основные характеристики и методы экранирования. Конструктивное исполнение экранов. Анализ эффективности электромагнитного экранирования. Экранирование электромагнитных полей. Влияние конструктивных параметров на величину магнитной связи	0,5	Экранирование электромагнитных и магнитных полей	0,25	—	—
9	Фильтрация помех	Общие сведения о фильтрации помех. Эффективность фильтрации. Помехоподавляющие элементы. Фильтрация цепей питания.	0,5	Экранирование электростатических полей	0,25	—	—
10	Заземление	Требования, предъявляемые к конструкциям магнитных экранов. Магнитостатическое экранирование. Требования к магнитостатическим экранам. Вытеснение магнитного поля помехи полем вихревых токов в экране. Требования к экранам на вихревых токах. Сетчатые экраны. Экранирование электростатических полей. Влияние конструктивных параметров электростатических экранов. Требования	0,5	Фильтрация помех и заземление	0,25	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		ния к электростатическим экранам. Многослойные экраны. Перфорированные экраны. Материалы для экранов. Экранирование печатного монтажа. Экранирование электроакустических полей					
11	Испытание технических средств на электромагнитную совместимость	Нормы излучения и восприимчивости в области ЭМС. Экспериментальные методы исследования характеристик ЭМС. Технические задачи контроля электромагнитной обстановки. Измерение напряженности поля и плотности потока мощности. Радиоприемные устройства средств радиоконтроля. Измерительные антенные устройства и системы. Испытания на кондуктивную эмиссию электромагнитных помех от технических средств. Испытания на кондуктивную восприимчивость технических средств. Испытания на излучаемую эмиссию электромагнитных помех от технических средств. Испытания на излучаемую восприимчивость технических средств. Оборудование для испытаний технических средств на электромагнитную совместимость	1	Испытание технических средств на электромагнитную совместимость	0,25	—	—
Всего аудиторных часов			6		2	—	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-4	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 работы) – всего 40 баллов;
- за выполнение индивидуального и домашнего задания – всего 60 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального. Зачет по дисциплине «Электромагнитная совместимость электронных устройств и систем» проводится в две степени:

- тесты (15 закрытых заданий и 15 открытых заданий), студент должен ответить правильно не менее чем на 18 вопросов подтвердив, таким образом, успешное освоение обязательного минимума по данной дисциплине.

В случае успешной сдачи тестов студент может набрать максимум 60 баллов или может быть допущен к устной части зачета и претендовать на повышенную оценку.

Зачет проводится по вопросам, представленным ниже. Студент получает два вопроса из приведенного перечня. Ответ на каждый вопрос оценивается из 20 баллов. Студент может набрать до 40 баллов. Результат сдачи дифференцированного зачета (максимум 100 баллов) определяется как сумма тестовой и устной частей.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют проработку лекционного материала.

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Задание 1. Провести расчет защитных фильтров для подавления радиопомех: Г-образных индуктивно-емкостных высокочастотных фильтров, предназначенных для подавления промышленных радиопомех; многосвязных Г-образных фильтров; П-образных фильтров; Г-образных индуктивно-емкостных фильтров. Исходными данными расчёта приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Варианты индивидуального задания

Номер варианта	Параметры элементов фильтра				Число звеньев фильтра, n
	C, [мкФ]	L, [мкГн]	C ₀ , [пФ]	L ₀ , [мкГн]	
1	10	1	10	0,1	1
2	6,8	2,5	10	0,01	1
3	2,2	5	20	0,01	1
4	1,5	400	120	0,01	1
5	1,0	500	200	0,01	1
6	0,68	800	50	0,01	1
7	0,47	200	30	0,05	1
8	0,5	20	40	0,05	1
9	0,25	40	50	0,05	1
10	0,2	50	50	0,05	1

Задание 2. Произвести расчет защитных экранов (сплошного экрана, экрана с прямоугольным отверстием, экрана с круглым отверстием). Исходными данными расчёта приведены в таблицах 8-10.

Таблица 8 – Варианты заданий для расчета сплошного экрана

Вариант	μ_r	ε_r	T, [м]	ρ , [Ом·м]
1	200	1	$0,05 \cdot 10^{-3}$	10^{-7}
2	300	1	$0,07 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-7}$
3	400	1	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$
4	500	1	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$1,05 \cdot 10^{-7}$
5	700	1	$0,45 \cdot 10^{-3}$	$1,06 \cdot 10^{-7}$
6	800	1	$0,65 \cdot 10^{-3}$	$1,08 \cdot 10^{-7}$
7	900	1	$0,67 \cdot 10^{-3}$	$1,10 \cdot 10^{-7}$
8	1000	1	$0,79 \cdot 10^{-3}$	$1,11 \cdot 10^{-7}$
9	1200	1	$0,05 \cdot 10^{-3}$	$1,12 \cdot 10^{-7}$
10	1300	1	$0,07 \cdot 10^{-3}$	$1,13 \cdot 10^{-7}$

Таблица 9 – Расчет экрана с прямоугольным отверстием

Вариант	W , [м]	H , [м]	T , [м]
1	$20 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$0,05 \cdot 10^{-3}$
2	$30 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$0,07 \cdot 10^{-3}$
3	$40 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$
4	$50 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$0,15 \cdot 10^{-3}$
5	$60 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$0,025 \cdot 10^{-3}$
6	$70 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$
7	$75 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10^{-3}$
8	$80 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-3}$
9	$90 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$0,15 \cdot 10^{-3}$
10	$20 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$0,07 \cdot 10^{-3}$

Таблица 10 – Расчет экрана с круглым отверстием

Вариант	D , [м]	T , [м]
1	$2 \cdot 10^{-3}$	$0,05 \cdot 10^{-3}$
2	$3 \cdot 10^{-3}$	$0,07 \cdot 10^{-3}$
3	$4 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$
4	$5 \cdot 10^{-3}$	$0,01 \cdot 10^{-3}$
5	$1 \cdot 10^{-3}$	$0,025 \cdot 10^{-3}$
6	$6,7 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$
7	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10^{-3}$
8	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-3}$
9	$2 \cdot 10^{-3}$	$0,15 \cdot 10^{-3}$
10	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$0,16 \cdot 10^{-3}$

Теоретическая часть индивидуального задания должна содержать ответы на вопросы по заданным 11 темам. Обязательно записывать формулировки вопросов, а затем ответы на них. Работа должна быть насыщена иллюстративным материалом – картинки, фотографии, чертежи, эскизы, схемы, формулы, графики, диаграммы, таблицы. Работа оформляется в соответствии с ГОСТ 2.105 – 95. Защита осуществляется в виде доклада. Доклад иллюстрируется презентацией в PowerPoint.

В конце КР следует привести список использованных литературных источников.

Таблица 11 – Варианты заданий

Номер варианта	Номер теоретического вопроса
1	1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1, 7.1, 8.1, 9.1, 10.1, 11.1
2	1.2, 2.2, 3.2, 4.2, 5.2, 6.2, 7.2, 8.2, 9.2, 10.2, 11.2
3	1.3, 2.3, 3.3, 4.3, 5.3, 6.3, 7.3, 8.3, 9.3, 10.3, 11.3
4	1.4, 2.4, 3.4, 4.4, 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, 9.4, 10.4, 11.4
5	1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5, 10.5, 11.5
6	1.6, 2.6, 3.6, 4.6, 5.6, 6.6, 7.6, 8.6, 9.6, 10.6, 11.6
7	1.7, 2.7, 3.7, 4.7, 5.1, 6.7, 7.7, 8.7, 9.7, 10.7, 11.7
8	1.8, 2.8, 3.8, 4.8, 5.2, 6.8, 7.8, 8.8, 9.8, 10.8, 11.8
9	1.9, 2.9, 3.9, 4.9, 5.3, 6.9, 7.1, 8.9, 9.1, 10.1, 11.9
10	1.10, 2.1, 3.10, 4.10, 5.4, 6.10, 7.10, 8.10, 9.2, 10.2, 11.10

Тема 1. Введение в теорию электромагнитного поля

- 1.1 Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла.
 - 1.2 Характеристики электромагнитного поля.
 - 1.3 Международная классификация электромагнитных волн по диапазонам частот.
 - 1.4 Стационарное электромагнитное поле.
 - 1.5 Магнитостатическое поле.
 - 1.6 Электростатическое поле.
 - 1.7 Квазистационарное электромагнитное поле.
 - 1.8 Высокочастотное электромагнитное поле.
 - 1.9 Действие электромагнитного поля в зависимости от расстояния до источника поля.
 - 1.10 Основные свойства электромагнитного поля в ближней зоне.
 - 1.11 Основные свойства электромагнитного поля в промежуточной зоне.
 - 1.12 Основные свойства электромагнитного поля в дальней зоне.
- ## Тема 2. Общие вопросы электромагнитной совместимости
- 2.1 Причины возникновения проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС).
 - 2.2 Понятие электромагнитной обстановки.
 - 2.3 Основные термины и определения ЭМС.
 - 2.4 Внутриаппаратурная и межаппаратурная электромагнитная совместимость.
 - 2.5 Источники и рецепторы электромагнитных помех.
 - 2.6 Математическое описание основных видов помех и их статистические характеристики.
 - 2.7 Принципы расчетов ЭМС.
 - 2.8 Нормативно-техническая документация и стандарты в области ЭМС.
 - 2.9 Измерения в области ЭМС.

Тема 3. Источники электромагнитного излучения (источники помех)

- 3.1 Естественные источники.
- 3.2 Внеземные источники (солнечная активность, космическое излучение);
- 3.3 Земные источники (грозовые разряды, электромагнитное поле Земли, радиоактивность).
- 3.4 Искусственные источники.
- 3.5 Устройства генерирования и преобразования электрической энергии;

- 3.6 Линии электропередач и распределительные устройства;
- 3.7 Электротранспорт;
- 3.8 Промышленная аппаратура и технологическое оборудование;
- 3.9 Передатчики радиосвязи, радиовещания и телевидения, системы сотовой и спутниковой связи;
- 3.10 Радиолокационные станции;
- 3.11 Научно-исследовательское оборудование;
- 3.12 Медицинское оборудование;
- 3.13 Персональные компьютеры и оборудование информационных технологий;
- 3.14 Бытовые электроприборы.

Тема 4. Рецепторы помех

- 4.1 Естественные рецепторы.
- 4.2 Люди как естественные рецепторы.
- 4.3 Животные как естественные рецепторы.
- 4.4 Растения как естественные рецепторы.
- 4.5 Искусственные рецепторы.
- 4.6 Электронные устройства.
- 4.7 Промышленная аппаратура.
- 4.8 Приемные устройства радиосвязи, радиовещания и телевидения, систем сотовой и спутниковой связи, радиолокационных станций.
- 4.9 Научно-исследовательское оборудование.
- 4.10 Медицинское оборудование.
- 4.11 Персональные компьютеры и оборудование информационных технологий.
- 4.12 Функциональные узлы радиоэлектронных устройств.
- 4.13 Электровоспламенители и электродетонаторы.

Тема 5. Межаппаратурная электромагнитная совместимость

- 5.1 Электромагнитная совместимость технических средств.
- 5.2 Механизмы внешних электромагнитных воздействий на технические системы.
- 5.3 Особенности межсоединений технических средств.
- 5.4 Методы исследования ЭМС технических систем при внешних электромагнитных воздействиях.
- 5.5 Методы и средства прогнозирования ЭМС при внешних электромагнитных воздействиях.
- 5.6 Методы и средства обеспечения электромагнитной совместимости при внешних электромагнитных воздействиях.

Тема 6. Внутриаппаратурная электромагнитная совместимость

- 6.1 Структура помехонесущих электромагнитных полей.
- 6.2 Электрические излучатели.
- 6.3 Магнитные излучатели.
- 6.4 Структура помехонесущих ЭМП в ближней зоне.
- 6.5 Структура помехонесущих ЭМП в промежуточной зоне.
- 6.6 Структура помехонесущих ЭМП в дальней зоне.
- 6.7 Методы обеспечения электромагнитной совместимости.
- 6.8 Рациональная компоновка электронных устройств 1, 2 и 3 структурных уровней.
- 6.9 Экранирование.
- 6.10 Фильтрация.
- 6.11 Заземление.
- 6.12 Компенсация.

Тема 7. Элементная база электронных устройств и линии связи с учетом ЭМС

- 7.1 Элементная база ЭУ с учетом ЭМС.
 - 7.2 Пассивные электрорадиоизделия и их поведение на высоких частотах.
 - 7.3 Активные радиоэлементы.
 - 7.4 Рекомендации по выбору пассивных и активных ЭРИ с учетом ЭМС.
 - 7.5 Линии связи ЭУ с учетом ЭМС.
 - 7.6 Помехи в одиночных линиях связи.
 - 7.7 Модели линий связи.
 - 7.8 Короткие и длинные линии связи.
 - 7.9 Параметры некоторых внутриаппаратурных линий связи.
 - 7.10 Искажения сигнала в линиях связи.
 - 7.11 Длинная линия с нелинейной нагрузкой.
 - 7.12 Вопросы согласования линий связи.
 - 7.13 Индуцированные помехи в линиях связи.
 - 7.14 Взаимные электрические параметры линий связи.
 - 7.15 Помехи во взаимодействующих линиях связи.
 - 7.16 Анализ для коротких линий связи.
 - 7.17 Методы уменьшения перекрестных помех.
 - 7.18 Индуцированные помехи в длинных линиях связи.
- Тема 8. Экранирование электромагнитных и магнитных полей
- 8.1 Основные характеристики и методы экранирования.
 - 8.2 Конструктивное исполнение экранов.
 - 8.3 Анализ эффективности электромагнитного экранирования

- 8.4 Экранирование электромагнитных полей.
- 8.5 Влияние конструктивных параметров на величину магнитной связи.
- 8.6 Требования, предъявляемые к конструкциям магнитных экранов.
- 8.7 Магнитостатическое экранирование.
- 8.8 Требования к магнитостатическим экранам.
- 8.9 Вытеснение магнитного поля помехи полем вихревых токов в экране.

- 8.10 Требования к экранам на вихревых токах.
- 8.11 Сетчатые экраны.

Тема 9. Экранирование электростатических полей

- 9.1 Общие принципы экранирования электростатических полей.
- 9.2 Влияние конструктивных параметров электростатических экранов.
- 9.3 Требования к электростатическим экранам.
- 9.4 Многослойные экраны.
- 9.5 Перфорированные экраны.
- 9.6 Материалы для экранов.
- 9.7 Экранирование печатного монтажа.
- 9.8 Экранирование электроакустических полей.

Тема 10. Фильтрация помех и заземление

- 10.1 Общие сведения о фильтрации помех.
- 10.2 Эффективность фильтрации.
- 10.3 Помехоподавляющие элементы.
- 10.4 Фильтрация цепей питания.
- 10.5 Общие сведения о подавлении помех при помощи заземления.
- 10.6 Принципы построения системы заземления.
- 10.7 Схемы заземления.
- 10.8 Особенности схем заземления на подвижных объектах.

Тема 11. Испытание технических средств на электромагнитную совместимость

- 11.1 Нормы излучения и восприимчивости в области ЭМС.
- 11.2 Экспериментальные методы исследования характеристик ЭМС.
- 11.3 Технические задачи контроля электромагнитной обстановки.
- 11.4 Измерение напряженности поля и плотности потока мощности.
- 11.5 Радиоприемные устройства средств радиоконтроля.
- 11.6 Измерительные антенные устройства и системы.
- 11.7 Испытания на кондуктивную эмиссию электромагнитных помех от технических средств.
- 11.8 Испытания на кондуктивную восприимчивость технических средств.

11.9 Испытания на излучаемую эмиссию электромагнитных помех от технических средств.

11.10 Испытания на излучаемую восприимчивость технических средств.

11.11 Оборудование для испытаний технических средств на электромагнитную совместимость

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Примеры тестовых заданий коллоквиумов №1 и №2:

1. Укажите параметры импульсных сигналов:

- а) амплитуда, частота;
- б) длительность, скважность импульсов;
- в) относительная длительность импульсов, частота, время фронта;
- г) амплитуда, длительность, время фронтов, спад вершин.

2. Укажите частотный диапазон работы усилителя постоянного тока:

- а) $f_n=0, f_v=f_1$;
- б) $f_n=f_1, f_v=f_2$;
- в) $f_n=f_v=f$;
- г) $f_n=0, f_v=0$.

3. Укажите задачи, решаемые стабилизатором напряжения:

а) компенсирует выходное напряжение при изменении сопротивления нагрузки;

б) поддерживает неизменным выходное напряжение при изменении входного;

в) обеспечивает неизменность выходной мощности;

г) обеспечивает постоянство сопротивления нагрузки.

4. Укажите свойство избирательного усилителя:

- а) усиливает по постоянному току;
- б) ослабляет сигнал в заданном диапазоне частот;
- в) обладает коэффициентом усиления на заданной частоте;
- г) повторяет входной сигнал.

5. Укажите частотный диапазон работы избирательного усилителя:

- а) $f_n=0, f_v=f_1$;
- б) $f_n=f_1, f_v=f_2$;
- в) $f_n=f_v=f$;
- г) $f_n=0, f_v=0$.

6. Укажите параметры, обеспечиваемые эквивалентом сети:

- а) сопротивление сети;
- б) мощность сети;
- в) импеданс сети.

7. Определите частотный диапазон эквивалента сети NNB-12:
- а) 50 Гц-150 кГц;
 - б) 150 кГц-30 МГц;
 - в) 30 МГц-3 ГГц.
8. Определите частотный диапазон работы селективного микровольтметра SMV-11:
- а) 50 Гц-150 кГц;
 - б) 150 кГц-30 МГц;
 - в) 30 МГц-3 ГГц;
 - г) 9 кГц - 30 МГц.
9. Определите измерительный импеданс эквивалента сети NNB-12:
- а) 150 Ом;
 - б) 75 Ом;
 - в) 50 Ом.
10. В каком частотном диапазоне проводится измерение квазипиковых импульсных напряжений радиопомех QPI:
- а) 50 Гц-150 кГц;
 - б) 150 кГц-30 МГц;
 - в) 30 МГц-3 ГГц;
 - г) 10 кГц - 150 кГц.
11. В каком частотном диапазоне проводится измерение квазипиковых импульсных напряжений радиопомех QPII:
- а) 50 Гц-150 кГц;
 - б) 150 кГц-30 МГц;
 - в) 30 МГц-3 ГГц;
 - г) 10 кГц - 150 кГц.
12. В каких единицах проводится измерение уровня помехи на всём частотном диапазоне?
- а) Ом;
 - б) В;
 - в) дБ;
 - г) А.
13. Какие генераторы, имитирующие высоковольтный электростатический разряд, используются для проведения испытаний на стойкость электронной аппаратуры к электростатическим разрядам:
- а) ИГЭ 15.2;
 - б) SMV 11;
 - в) NNB-12;
 - г) ИГМ 4.1.
14. Для проведения испытаний на стойкость электронной аппаратуры используются имитационные генераторы высоковольтных импульсных помех, которые обладают возможностью введения кондуктивных помех на пор-

ты электропитания:

- а) ИГЭ 15.2;
- б) SMV 11; с
- в) NNB-12;
- г) ИГМ 4.1.

15. Укажите устройство, необходимое для того, чтобы избежать попадания помех на оборудование, не подлежащее испытаниям, которое может быть подключено к тем же линиям электропитания:

- а) УСР;
- б) ИТС;
- в) МИП;
- г) ФИ.

16. Анализатор качества энергоснабжения МТ-1010 предназначен для измерения мощности, тока, напряжения, частоты, энергии, фазового сдвига, гармонических искажений. Укажите максимальное значение измеряемых гармоник:

- а) 10;
- б) 40;
- с) 60.

17. Результаты испытаний на стойкость к внешним воздействиям классифицируются, исходя из прекращения выполнения функций или ухудшения качества функционирования в сравнении с установленным уровнем. Укажите самый жесткий критерий качества функционирования:

- а) А;
- б) В;
- в) С;
- г) D.

18. Укажите параметры импульсной последовательности:

- а) амплитуда, частота;
- б) длительность, скважность импульсов;
- в) относительная длительность импульсов, частота, время фронта;
- г) амплитуда, длительность, время фронтов, спад вершин.

19. Укажите помехи, которые представляют собой токи, текущие по проводящим конструкциям и земле:

- а) кондуктивные помехи;
- б) микросекундные импульсные помехи;
- в) индуктивные помехи;
- г) электромагнитные помехи.

20. Что понимается под коммутационными переходными процессами?

- а) переключения в мощных системах электроснабжения;
- б) резонансные колебания в электрических сетях;
- в) дуговые разряды в электрических установках.

21. Сигнал, распространяясь на один километр по коаксиальному кабелю, теряет половину напряжения. Выразите отношение входной мощности к выходной.

- а) 4:1;
- б) 2:1;
- в) 6 дБ;
- г) 3 дБ.

22. Переведите в дБ отношение 500мкА/м к 100мкА/м

- а) 12 дБ;
- б) 9 дБ;
- в) 6 дБ;
- г) 14 дБ.

23. Удвоение напряжения

- а) добавляет 3 дБ;
- б) добавляет 6 дБ;
- в) добавляет 9 дБ;
- г) добавляет 12 дБ.

24. В девятижильном ленточном кабеле 8 проводников являются сигнальными, а оставшийся девятый - общим. Замена девятижильного ленточного кабеля на десятижильный, дополнительная жила которого используется как дополнительный общий провод приведёт:

- а) повышение уровня перекрёстных помех;
- б) многократное снижение уровня перекрёстных помех;
- в) не повлияет;
- г) снижение уровня перекрёстных помех.

25. Энергетическое взаимодействие одной цепи с другой цепью посредством электрического поля называется...

- а) индуктивной связью;
- б) емкостной связью;
- в) кондуктивной связью;
- г) связь через электромагнитное излучение.

6.5 Вопросы для подготовки к зачету (тестовому коллоквиуму)

1. Дайте определение электромагнитной совместимости электротехнического оборудования.

1. Что такое электромагнитное поле и как оно описывается с помощью уравнений Максвелла?

2. Приведите характеристики электромагнитного поля.

3. Какова международная классификация электромагнитных волн по диапазонам частот?

4. Дайте определение стационарного электромагнитного поля.

5. Дайте определение магнитостатического поля.

6. Дайте определение электростатического поля.

7. Дайте определение квазистационарного электромагнитного поля.
8. Что представляет собой высокочастотное электромагнитное поле?
9. Какова зависимость действия электромагнитного поля от расстояния до источника поля?
10. Укажите основные свойства электромагнитного поля в ближней зоне.
11. Укажите основные свойства электромагнитного поля в промежуточной зоне.
12. Укажите основные свойства электромагнитного поля в дальней зоне.
13. Каковы причины возникновения проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС)?
14. Дайте понятие электромагнитной обстановки.
15. Приведите основные термины и определения ЭМС.
16. Что представляют собой внутриаппаратурная и межаппаратурная электромагнитная совместимость?
17. Какие вам известны источники и рецепторы электромагнитных помех?
18. Приведите математическое описание основных видов помех и их статистические характеристики.
19. Каковы принципы расчетов ЭМС?
20. Какая существует нормативно-техническая документация и стандарты в области ЭМС?
21. Какие измерения проводятся в области ЭМС?
22. Какие существуют естественные источники электромагнитного излучения?
23. Какие существуют искусственные источники электромагнитного излучения?
24. Какие существуют естественные рецепторы помех?
25. Какие существуют искусственные рецепторы помех?
26. Дайте определение электромагнитной совместимости технических средств.
27. Каковы механизмы внешних электромагнитных воздействий на технические системы?
28. Каковы особенности межсоединений технических средств?
29. Какие существуют методы исследования ЭМС технических систем при внешних электромагнитных воздействиях?
30. Какие существуют методы и средства прогнозирования ЭМС при внешних электромагнитных воздействиях?
31. Какие существуют методы и средства обеспечения электромагнитной совместимости при внешних электромагнитных воздействиях?
32. Приведите структуру помехонесущих электромагнитных полей.
33. Охарактеризуйте элементную базу электронных устройств с учетом ЭМС.
34. Каковы основные характеристики и методы экранирования?
35. В чём особенности конструктивного исполнения экранов?
36. Как проводится анализ эффективности электромагнитного экранирования?
37. Как осуществляется экранирование электромагнитных полей?

38. Охарактеризуйте влияние конструктивных параметров на величину магнитной связи.

39. Какие существуют требования, предъявляемые к конструкциям магнитных экранов?

40. Дайте определение магнитостатического экранирования. Каковы требования к магнитостатическим экранам?

41. Что представляют собой многослойные экраны?

42. Что представляют собой перфорированные экраны?

43. Какие существуют материалы для экранов?

44. Как осуществляется экранирование печатного монтажа?

45. Как осуществляется экранирование электроакустических полей?

46. Укажите общие сведения о фильтрации помех.

47. Как оценить эффективность фильтрации помех?

48. Какие существуют помехоподавляющие элементы?

49. Каким образом осуществляется фильтрация цепей питания?

50. Приведите общие сведения о подавлении помех при помощи заземления.

51. Каковы принципы построения системы заземления в электронных устройствах?

52. Какие существуют схемы заземления?

53. Каковы особенности устройства заземления на подвижных объектах?

54. Каковы нормы излучения и восприимчивости в области ЭМС?

55. Какие существуют экспериментальные методы исследования характеристик ЭМС?

56. Каковы технические задачи контроля электромагнитной обстановки?

57. Как проводится измерение напряженности поля и плотности потока мощности?

58. Какие существуют радиоприемные устройства средств радиоуправления?

59. Какие существуют измерительные антенные устройства и системы?

60. Как проводятся испытания на кондуктивную эмиссию электромагнитных помех от технических средств?

61. Как проводятся испытания на кондуктивную восприимчивость технических средств?

62. Как проводятся испытания на излучаемую эмиссию электромагнитных помех от технических средств?

63. Как проводятся испытания на излучаемую восприимчивость технических средств?

64. Какое оборудование применяется для испытаний технических средств на электромагнитную совместимость?

65. Что такое избирательность радиоустройства?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Закарюкин, В. П. 318 Электромагнитная совместимость и средства защиты : учебное пособие. / В. П. Закарюкин, М. Л. Дмитриева, А. В. Крюков, под ред. В. П. Закарюкина. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 247 с. – URL: <https://3kl.dontu.ru/mod/resource/view.php?id=114680> Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

Дополнительная литература

1. Петровский, В.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учеб. пособие для студ. радиотехн. спец. вузов / В.И. Петровский, Ю.Е. Седельников. М. : Радио и связь, 1986. – 216 с. – 1 экземпляр.

2. Теория и методы оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств / под ред. Ю.А. Феоктистова. – М. : Радио и связь, 1988. – 216 с.

3. Уайт, Д. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и непреднамеренные помехи. Вып. 3 : пер. с англ. : Измерение электромагнитных помех и измерительная аппаратура / Д. Уайт. М. : Советское радио, 1979. – 464 с. – 2 экземпляра.

4. Бадалов, А.Л. Нормы и параметры электромагнитной совместимости : справочник / А.Л. Бадалов, А.С. Михайлов. М. : Радио и связь, 1990. 272 с.

5. Комиссаров, Ю.А. Помехоустойчивость и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств / Ю.А. Комиссаров, С.С. Родионов. К. : Техніка, 1978. – 208 с. – 2 экземпляра.

6. Калашников, Н.И. Основы расчета электромагнитной совместимости систем связи через ИСЗ с другими радиослужбами : учеб. пособие для электротехн. ин-тов связи / Н.И. Калашников. М. : Связь, 1970. – 160 с.

7. Ибатуллин, Э.А. Электромагнитная совместимость и помехоустойчивость информационных систем / Э.А. Ибатуллин. Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1989. – 152 с.

8. Князев, А.Д. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А.Д. Князев, Л.Н. Нечиев, Б.В. Петров. М. : Радио и связь, 1989. – 224 с. – 4 экземпляра.

9. Подавление электромагнитных помех в цепях электропитания / под ред. Г.С. Векслера. К. : Техника, 1990. – 168 с.

10. Транзисторные преобразователи с улучшенной электромагнитной совместимостью / А.К. Шидловский, А.В. Козлов, Н.С. Комаров, Г.А. Москаленко. К. : Наукова думка, 1993. – 272с

11. Малков, Н.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учеб. пособие / Н.А. Малков, А.П. Пудовкин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 88 с. – URL: https://www.unitest.com/pdf/emc_ru.pdf (дата доступа 30.08.2024 г.)

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Мультимедийная лекционная аудитория (48 посадочных мест), оборудованная проектором EPSON EMP-X5 (1 шт.); домашний кинотеатр НТ-475 (1 шт.); персональный компьютер, локальная сеть с выходом в Internet</i> Аудитории для проведения практических занятий, для самостоятельной работы: <i>Лаборатория силовой электроники и автоматизированных систем управления (25 посадочных мест) для проведения лабораторных и практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, <u>оборудованная учебной мебелью, специализированными лабораторными стендами, осциллографами, источниками питания, генераторами сигналов и др. специализированным оборудованием</u></i> <i>Лаборатория электронных устройств и аналоговой схемотехники (25 посадочных мест) для проведения лабораторных и практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, оборудованная учебной мебелью, доской для написания мелом – 1 шт., учебно-лабораторными стендами «ОРАМ» – 3 шт., генераторами ГЗ-36А – 4 шт., осциллографами С1-83 – 4 шт., источниками питания универсальными – 2 шт., учебно-лабораторными стендами «EV8031/AVRLCD» – 3 шт., частотомерами – 5 шт., вольтметрами цифровыми – 5 шт., вольтметрами универсальными В7-16А – 3 шт., приборами Л2-22/1 – 5 шт., приборами Л2-43 – 1 шт., приборами Л2-42 – 1 шт., приборами Е4-7 – 1 шт., приборами Л2-60 – 1 шт., приборами В8-8 – 1 шт., приборами Е7-12 – 1 шт., ваттметрами Д5007 – 2 шт.</i> <i>Лаборатория вакуумной и полупроводниковой электроники (18 посадочных мест) для проведения лабораторных и практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), организации самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, оборудованная учебной мебелью, стендами для изучения полупроводниковой и вакуумной электроники – 7 шт., лабораторными установками – 3 шт., вольтметрами В7-35 – 16 шт., генераторами ГЗ-118 – 8 шт., Генераторами ГЗ-112 – 2 шт., осциллографами С1-76 – 6 шт., осциллографами С1-83 – 2 шт., осциллографами С1-93 – 1 шт., приборами для исследования АЧХ – 1 шт., приборами Х1-46 – 1 шт., частотомерами ЧЗ-34 – 4 шт., блоками питания постоянного тока Б5-49 – 1 шт., приборами Х1-50 – 1 шт., столами монтажными – 7 шт</i>	ауд. <u>206</u> корп. <u>3</u> ауд. <u>211</u> корп. <u>3</u> ауд. <u>213</u> корп. <u>3</u> ауд. <u>106</u> корп. <u>4</u>

Лист согласования РПД

Разработали:

Ст.преп. кафедры
электроники и радиофизики
(должность)



(подпись)

В.И. Ушаков

(Ф.И.О.)

Ст.преп. кафедры
электроники и радиофизики
(должность)

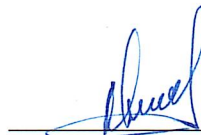


(подпись)

А.В. Еремина

(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
электроники и радиофизики



(подпись)

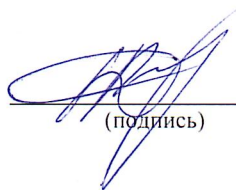
А.М. Афанасьев

(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электроники и радиофизики

от 30.08.2024 г.

И.о. декана факультета
информационных
технологий и автоматизации
производственных процессов



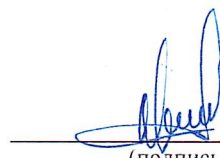
(подпись)

В.В. Дьячкова

(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической комиссии
по направлению подготовки 11.03.04
Электроника и нанoeлектроника
(профиль подготовки
«Промышленная электроника»)



(подпись)

А.М. Афанасьев

(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра



(подпись)

О.А. Коваленко

(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	