

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

(подпись) И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
«Электромагнитная совместимость»

Направление подготовки
«11.03.01 Радиотехника»

Направленность (профиль)
«00 Радиотехника»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование способности применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования в области электромагнитной совместимости (ЭМС) с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.

Курс знакомит с основными понятиями и нормативами в области ЭМС, методами прогнозирования электромагнитной обстановки и оценки электромагнитной совместимости устройств и систем.

Задачи курса – способствовать формированию у студентов умений обращаться к базам нормативных документов, использовать требования этих документов в своей работе, составлять техническое задание на оценку ЭМС, оценивать ЭМС, учитывать вопросы ЭМС при проектировании устройств.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина является дисциплиной по выбору и относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина требует знаний, умений и навыков, полученных при изучении дисциплин «Основы теории цепей (Часть 1)», «Радиотехнические цепи и сигналы (Часть 1)», а также базовых математических знаний и умений из курса «Математический анализ».

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами при изучении других специальных дисциплин и в НИРС.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Профессиональные компетенции		
ПК-2 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью модернизации существующих и (или) создания новых перспективных радиотехнических устройств и систем	ИД_ПК-2.1 Знает основные характеристики радиотехнических устройств и систем	Знать: – основные понятия ЭМС; – нормативы в области ЭМС; методы оценки ЭМС. Уметь: – оценивать ЭМС; – определять пути обеспечения ЭМС.
	ИД_ПК-2.2 Применяет экспериментальные методы исследования процессов в радиотехнических устройствах и системах	Знать: – экспериментальные методы оценивания уровней побочных излучений передатчиков и эффектов воздействия помех на приёмник.
	ИД_ПК-2.4	Владеть навыками:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
	Оформляет отчеты в соответствии предъявляемыми требованиями	– оформления результатов исследований в соответствии предъявляемыми требованиями.

4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет **3** зачёт. ед., **108** акад. час.

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ), предоставляемых электронной информационно-образовательной средой Moodle ЯрГУ им. П.Г. Демидова.

Отдельные элементы курса проводятся в дистанционной форме в рамках ЭУК «Электромагнитная совместимость» в Moodle ЯрГУ.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоёмкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Основные понятия и нормативы в области ЭМС	8		2		0,25		2	Домашняя работа №1
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,25		2	
2	Излучение и параметры ЭМС передатчиков	8		2	8	0,5		4	Домашняя работа №2, защита лабораторных работ №1 и №2
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	
3	Влияние среды распространения сигнала на ЭМС	8		2		0,25		2	Домашняя работа №3
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,25		2	
4	Источники и модели помех	8		2		0,5		2	Домашняя работа №4
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	
5	Характеристики ЭМС приёмников, каналы приёма	8		2		0,5		2	Домашняя работа №5,
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	
6	Эффекты воздействия помех	8		2	4	0,5		4	Домашняя работа №6, защита лабораторной работы №3
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	

7	Определение электромагнитной обстановки и оценка ЭМС	8		4		0,5		2	Домашняя работа №7
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	
8	Обеспечение ЭМС	8		2	4	0,5		4	Домашняя работа №8 защита лабораторной работы №4
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	
9	Сбор данных для анализа ЭМС. Программное обеспечение в области ЭМС	8		2	4	0,5		2	Защита лабораторной работы №5
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					0,5		2	
	Промежуточная аттестация	8					0,3	3,7	Зачёт
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							20	
	Всего за 8 семестр 108 часов			20	20	4	0,3	27,7	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					4		20	
	ИТОГО	8		20	20	4	0,3	27,7	72
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	8				4		20	

Содержание разделов дисциплины

Тема №1

Основные понятия и нормативы в области ЭМС

Понятие ЭМС. Электромагнитная обстановка. Непреднамеренные помехи. Радиочастотный ресурс и регламент радиосвязи. помехоустойчивость и помехозащищённость устройств. Классификация типов ЭМС. Основные задачи ЭМС. Характеристики и параметры ЭМС. Критерии ЭМС. Показатели качества устройств и различного назначения и их связь с электромагнитной обстановкой. Исходные данные к задачам обеспечения ЭМС на различных этапах разработки устройств. Способы обеспечения ЭМС. Законодательство РФ и зарубежных стран в области ЭМС. Органы стандартизации в области ЭМС. Основные нормативы ЭМС. Процедура сертификации оборудования по ЭМС. Испытательные центры и лаборатории РФ.

Тема №2

Излучение и параметры ЭМС передатчиков

Классификация излучений передатчиков. Характеристики основного и внеполосного излучений передатчиков. Основные модели аппроксимации характеристик передатчиков. Типичные значения параметров для основных телекоммуникационных систем.

Лабораторная работа №1 «Излучения передатчика на частотах гармоник».

Лабораторная работа №2 «Комбинационные излучения передатчика».

Тема №3

Влияние среды распространения сигнала на ЭМС

Особенности помех в ближней и дальней зонах. Согласование источников со средой по электрическому и магнитному полю. Сложности защиты от магнитного поля. Эффективная излучаемая мощность. Простейшие методы определения уровня сигнала в точке приёма. Определение соотношения сигнал-помеха в точке приёма.

Тема №4

Источники и модели помех

Классы, подклассы, виды помех. Классификация непреднамеренных помех. Природные источники помех, их характеристика. Спектральные и временные характеристики атмосферных и космических помех. Оценка возможной угрозы с точки зрения ЭМС от атмосферных помех. Грозовой разряд, его временные и спектральные характеристики. Имитация грозowego разряда при испытаниях на ЭМС. Фоновый шум городской застройки, его характеристики. Особенности обеспечения ЭМС в городской среде. Импульсные помехи. Помехи от радиолокационных станций. Оценка возможной угрозы с точки зрения ЭМС от РЛС. Особенности защиты от узкополосных помех. Контактные помехи. Особенности промышленных помех. Характеристика сетей электропитания с точки зрения ЭМС. Качество электроэнергии, критерии и методы его оценки. Методы обеспечения параметров ЭМС по качеству электроэнергии. Нормативы качества электроэнергии в РФ. Проблемы ЭМС, вызываемые некачественным питанием. Особенности передачи помех по цепям электропитания. Влияние конструкции и исполнения заземления на уровень помехозащищённости устройств. Параметры ЭМС цепей питания и заземления. Рекомендации по выполнению цепей заземления.

Тема №5

Характеристики ЭМС приёмников. Каналы приёма

Классификация каналов приёмника. Динамические каналы, определение их частот. Характеристики приёмника по различным каналам приёма. Методы определения восприимчивости приёмника. Определение потенциальных угроз. Основные характеристики антенн с точки зрения ЭМС. Частотные параметры антенн. Характеристики антенн по различным каналам. Влияние характеристик антенн на возможность обеспечения ЭМС.

Тема №6

Эффекты воздействия помех

Блокирование. Перекрёстные искажения. Интермодуляция. Суть эффектов, методы их оценки. Динамический диапазон приёмника по этим эффектам. Допустимые и недопустимые помехи. Экспериментальное определение величины эффектов.

Лабораторная работа №3 «Эффекты воздействия помех на приём аналогового сигнала».

Тема №7

Определение электромагнитной обстановки и оценка ЭМС

Частотно-временная матрица помех. Амплитудная оценка помеховой обстановки. Учёт частотного разнеса помехи и канала приёма. Характеристики антенн по различным каналам. Учёт пространственного наведения антенн и поляризационного рассогласования. Критерии ЭМС. Интегральный критерий ЭМС. Статистические характеристики устройств с точки зрения ЭМС. Получение статистических критериев ЭМС. Пороговая область, надпороговая, подпороговая области. Вероятности превышения помехами заданных уровней. Установление соответствия критериям ЭМС. Оборудование и испытания в области ЭМС.

Тема №8
Обеспечение ЭМС

Частотно-территориальное планирование. Управление ЭМС. Поляризационная отстройка. Экранирование. Оценка эффективности этих мер.

Лабораторная работа №4 «Исследование эффективности фильтра».

Тема №9

Сбор данных для анализа ЭМС. Программное обеспечение в области ЭМС.

Программное обеспечение в области ЭМС. Особенности заложенных в ПО моделей.

Лабораторная работа №5 «Заполнение формы "ИД-" для ГКРЧ».

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения проводятся практические и лабораторные занятия, в ходе которых используются следующие типы занятий и образовательные технологии.

1) **Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению знаний, полученных на лекциях.

Задействованы:

- решение задач;
- коллективная мыслительная деятельность, в т.ч. мозговой штурм;
- анализ конкретных ситуаций.

2) **Лабораторная работа** – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

Задействованы:

- допуск к выполнению экспериментальных исследований,
- коллективная работа в ходе выполнения лабораторной работы,
- командная защита отчёта.

3) **Консультация** – занятие перед проведением зачёта, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий итогового контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

4) **Асинхронная консультация** (в рамках онлайн курса) – занятие по окончании модуля, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий текущего контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Электромагнитная совместимость» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины и организован сбор выполненных домашних работ;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены презентации и записи лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader;

для моделирования электрических цепей – QUCS 0.0.18 (GNU GPL), LTspice XVII (freeware, Copyright by Analog Devices).

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Ярмоленко В. И. Электромагнитная совместимость радиотехнических и телекоммуникационных систем: учеб. пособие для вузов / В. И. Ярмоленко, А. Л. Приоров; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2005. - 171 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=350939&cat_cd=YARSU
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20050707.pdf> (электронный вариант)
2. Артемова Т. К. Электромагнитная совместимость: задачник [Электронный ресурс] / Т. К. Артемова, А. С. Гвоздарев; Н. И. Фомичев, Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2012. - 55 с.
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110717.pdf>

б) дополнительная литература:

1. Геворкян, В. М. Электромагнитная совместимость электронных информационных систем. В 2 ч. Ч. 1. Общие вопросы электромагнитной совместимости технических средств: учеб. Пособие [Электронный ресурс] / Геворкян В. М. - Москва: МЭИ, 2021. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014608.html>
2. Геворкян, В. М. Электромагнитная совместимость электронных информационных систем. В 2 ч. Ч. 2. Электромагнитная совместимость систем цифровой обработки и передачи данных: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Геворкян В. М.; под ред. Ю. А. Казанцева. - Москва: МЭИ, 2021. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014615.html>

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Интернет-версия справочной системы «Гарант» <http://www.garant.ru/>
3. Интернет-версия справочной системы «Консультант-плюс» <http://www.consultant.ru/>

4. Официальный сайт ФГУП «Главный радиочастотный центр» <https://grfc.ru/grfc/>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в аудитории для практических занятий (семинаров) равно списочному составу группы обучающихся. (Для проведения лабораторных работ группа обучающихся делится на две подгруппы).

Автор:

Доцент кафедры
интеллектуальных информационных
радиофизических систем, к. ф.-м. н.

должность, учёная степень

Т.К. Артёмова

И.О. Фамилия

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины
«Электромагнитная совместимость»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

Задания для самостоятельной работы
*(данные задания выполняются студентом самостоятельно
и преподавателем в обязательном порядке не проверяются)
(проверка сформированности ПК-2, индикатор ИД_ПК2_1)*

Задания по теме №1 «Основные понятия и нормативы в области ЭМС» – Домашнее задание №1

Подготовить краткий доклад с презентацией «Нормативы в области ЭМС» (выбрать одну из областей применения нормативов) и выступить с ним. Ориентировочная длительность – 5 минут. Возможные области:

- 1) термины и определения;
- 2) методы испытаний;
- 3) устойчивость оборудования к различным помехам;
- 4) знак соответствия средств требованиям ЭМС;
- 5) радиопомехи промышленные;
- 6) требования к аппаратуре связи;
- 7) качество электропитания.

Задания по теме №2 «Излучение и параметры ЭМС передатчиков» – Домашнее задание №2 (12 баллов)

1. Решить задачи 1.3, 1.7, 1.18, 1.19 из задачника, рекомендованного в списке литературы.

Задания по теме №3 «Влияние среды распространения сигнала на ЭМС» – Домашнее задание №3 (6 баллов)

1. Решить задачи 2.1, 2.5 из задачника, рекомендованного в списке литературы.

Задания по теме №4 «Источники и модели помех» – Домашнее задание №4 (6 баллов)

1. Решить задачи 3.1, 3.15 из задачника, рекомендованного в списке литературы.

Задания по теме №5 «Характеристики ЭМС приёмников, каналы приёма» – Домашнее задание №5 (15 баллов)

1. Решить задачи 4.2, 4.3, 4.5, 4.6, 4.12 из задачника, рекомендованного в списке литературы.

Задания по теме №6 «Эффекты воздействия помех» – Домашнее задание №6 (9 баллов)

1. Решить задачи 5.1, 5.2, 5.4 из задачника, рекомендованного в списке литературы.

Задания по теме №7 «Определение электромагнитной обстановки и оценка ЭМС» – Домашнее задание №7 (9 баллов)

1. Решить задачи 6.1, 6.4, 6.12 из задачника, рекомендованного в списке литературы.

Задания по теме №8 «Обеспечение ЭМС» – Домашнее задание №8 (6 баллов)

1. Решить задачи 7.1, 7.7 из задачника, рекомендованного в списке литературы.

Критерии оценивания задач в рамках выполнения домашних работ №2-8

По каждому заданию оценивается соответствие нижеследующим критериям, по результатам присваиваются баллы:

полное соответствие	– 3 балла,
с незначительными недостатками	– 2 балла,
с существенными недостатками	– 1 балл,
не соответствует или задание не выполнено	– 0 баллов.

Показатели	Критерии
Формулы	Корректные, в стандартных обозначениях или обозначения раскрыты
Ход решения	Имеется не только правильный ответ с правильными единицами измерения (для размерных величин), но и приводящие к ответу выкладки или критерии
Объяснения	Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.
Графики (если необходимо)	Верный вид зависимости, по осям указаны аргумент и имя функции со своими единицами, есть шкалы на осях, нанесены контрольные метки, соответствующие заданию.
Схемы (если необходимо)	Представлен правильный набор элементов или блоков в стандартных обозначениях, правильно соединённых друг с другом, указаны их номиналы (если это возможно по имеющимся данным), указаны места соединения или шины

Критерии оценивания творческого задания в домашней работе №1

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Полнота изложения	Тема раскрыта на 50 и более %	Изложение почти полное, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Изложение безошибочное и исчерпывающее
Ссылки на источники	Расставлены	Расставлены в правильных местах	Расставлены в правильных местах
Изложение	Компиляция из отрывков	Пересказ с анализом	Пересказ с анализом и выводами
<i>Представлен реферат</i>			
Объём	Не менее 2-х страниц содержательного текста	Не менее 3-х страниц содержательного текста с примерами	Не менее 3-х страниц содержательного текста с примерами и (возможно) рисунками

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Оформление	Визуальное приемлемое	По ГОСТ 7.32-2001 (в сокращённой форме)	По ГОСТ 7.32-2001 (в сокращённой форме)
<i>Представлен доклад</i>			
Длительность	От 5 до 15 минут	От 7 до 10 минут	7 минут

Суммируются баллы за каждое задание.

Оценка за работу проставляется по количеству набранных баллов:

менее 60% от максимально возможного количества баллов – неудовлетворительно,
60-75% от максимально возможного количества баллов – удовлетворительно,
76-85% от максимально возможного количества баллов – хорошо,
86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

Лабораторные работы

(проверка сформированности ПК-2, индикаторы ИД-ПК-2_2, ИД_ПК-2_4)

Лабораторные работы должны быть выполнены, по ним должен быть оформлен отчёт, и пройдена успешная защита.

Примерные вопросы к защите лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Излучения передатчика на частотах гармоник»

1. Каковы причины формирования передатчиком излучения на частотах гармоник?
2. Каков закон огибающей в спектре гармоник? Почему?
3. Какое количество гармоник необходимо учитывать при анализе ЭМС?
4. Какие степени нелинейности характеристик элементов передатчика вносят вклад в чётные гармоники? В нечётные?
5. Какие ограничения накладывают стандарты ЭМС на излучение передатчика на частотах гармоник?
6. Каковы особенности измерения спектра при контроле излучений на частотах гармоник?
7. Охарактеризуйте результаты, которые Вы получили в ходе эксперимента.
8. Чем, по Вашим наблюдениям, определяется уровень излучения на частотах гармоник?
9. Как обеспечить режим работы нелинейных блоков передатчика, при котором излучение на частотах гармоник минимально?

Лабораторная работа №2 «Комбинационные излучения передатчика»

1. Каковы причины формирования передатчиком комбинационного излучения?
2. Как рассчитать частоты, на которых возможно комбинационное излучение?
3. Сколько комбинационных составляющих возникнет в спектре излучения, если нелинейность имеет вторую степень? Третью?
4. Охарактеризуйте результаты, которые Вы получили в ходе эксперимента.
5. Чем, по Вашим наблюдениям, определяется уровень комбинационного излучения?

Лабораторная работа №3 «Эффекты воздействия помех на приём аналогового сигнала»

1. Назовите три основных эффекта воздействия помех на приём сигнала.

2. Существуют ли характеристики элементов приёмника, при которых эти эффекты не возникают?
3. Как эти эффекты оцениваются количественно?
4. Какие ограничения накладывают стандарты ЭМС на эффекты воздействия помех?
5. Как определить динамический диапазон элемента приёмника или всего приёмника по блокированию?
6. Как измеряют эффекты воздействия помех в лабораторных условиях?
7. Охарактеризуйте результаты, которые Вы получили в ходе эксперимента.
8. Чем, по Вашим наблюдениям, определяется величина эффектов воздействия помех?
9. Как обеспечить режим работы нелинейных блоков приёмника, при котором эффекты воздействия помех минимальны?

Лабораторная работа №4 «Исследование эффективности фильтра»

1. Назовите способы защиты от эффектов воздействия помех.
2. Охарактеризуйте фильтрацию как метод защиты от эффектов воздействия помех.
3. Имеет ли этот метод недостатки?
4. Какие требования предъявляются к фильтрам, используемым для обеспечения ЭМС?
5. Чем характеризуется эффективность фильтра как средства защиты от помех?
6. Охарактеризуйте эффективность фильтра, который Вы исследовали.
7. Какие рекомендации по выбору исходных данных для синтеза фильтра, обеспечивающего защиту от эффектов воздействия помех, Вы можете дать по результатам проведённого Вами исследования?

Лабораторная работа №5 «Заполнение формы "ИД-" для ГКРЧ».

1. Чем отличаются формы «ИД-» для различных служб?
2. Какие сведения относятся к общим техническим данным?
3. Учитывается ли при выдаче заключения о соответствии РЭС требованиям ЭМС место размещения РЭС?
4. Можно ли ссылаться при заполнении формы на рекомендации МСЭ или необходимы «сырые» данные в виде таблиц?

Критерии оценивания отчётов по лабораторным работам и защиты работ

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Качество модели	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям
Методика	Соблюдена не полностью, есть отступления, повлекшие погрешности или выход в режимы, не описываемые моделью	Соблюдена, однако выясняется, что студент не понимает, почему именно предписанные действия следует предпринимать	Соблюдена полностью и осмысленно
Отчёт	Имеет 1-2 недостатка, однако в целом соответствует требованиям к отчёту	Имеет некоторые незначительные недостатки в оформлении или	Соответствует всем требованиям к отчёту по лабораторным работам, аккуратно оформлен

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
	по лабораторным работам и читабелен	представлении результатов	
Результаты исследования	В целом соответствуют заданию и адекватны объекту, однако погрешность результатов не контролировалась	Соответствуют заданию, адекватны объекту, имеется статистическая обработка результатов	Полностью соответствуют заданию, корректно отображают объект исследования в заданных условиях, погрешность контролировалась, обработка результатов проведена
Объяснения и выводы	Объяснения отрывочны, выводы бессодержательные, причины расхождения с теорией (если требовалось) не объяснены	В объяснениях есть гипотезы и аргументы в их пользу, однако не продемонстрировано уверенное владение методологией и терминологией в данной области	Объяснения проводятся с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная, сделанные выводы соответствуют свойствам исследуемого объекта
Ответы на вопросы при допуске и защите	Правильные ответы на большинство вопросов, однако, излишне краткие или с ошибками в терминологии.	Полные ответы практически на все вопросы с незначительными недостатками и некоторой нехваткой терминологической лексики	Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.

После выполнения работы и оформления отчёта проводится защита полученных результатов. Защита лабораторных работ осуществляется путём собеседования по отчёту о лабораторной работе, в ходе которого проверяются знания теоретических основ (по вопросам из методических указаний к выполнению работ), умение соблюдать методику эксперимента, работать с оборудованием, а также защищаются результаты работы.

Защита считается успешной, если все критерии выполнены не хуже, чем на пороговом уровне.

2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к зачёту

(зачёт выставляется по результатам выполнения домашних заданий, защиты лабораторных работ и ответов на вопрос билета)

(проверка сформированности ПК-2, индикатор ИД-ПК-2_1)

(Билет содержит один вопрос)

1. Понятие ЭМС. Электромагнитная обстановка. Непреднамеренные помехи. Радиочастотный ресурс и регламент радиосвязи. Помехоустойчивость и помехозащищённость устройств. Классификация типов ЭМС. Основные задачи ЭМС.
2. Характеристики и параметры ЭМС. Критерии ЭМС. Показатели качества устройств и различного назначения и их связь с электромагнитной обстановкой.

3. Исходные данные к задачам обеспечения ЭМС на различных этапах разработки устройств. Способы обеспечения ЭМС.
4. Законодательство РФ и зарубежных стран в области ЭМС. Органы стандартизации в области ЭМС. Основные нормативы ЭМС. Процедура сертификации оборудования по ЭМС. Испытательные центры и лаборатории РФ.
5. Классы, подклассы, виды помех. Классификация непреднамеренных помех.
6. Природные источники помех, их характеристика.
7. Спектральные и временные характеристики атмосферных и космических помех. Оценка возможной угрозы с точки зрения ЭМС от атмосферных помех.
8. Грозовой разряд, его временные и спектральные характеристики. Имитация грозового разряда при испытаниях на ЭМС.
9. Фоновый шум городской застройки, его характеристики. Особенности обеспечения ЭМС в городской среде.
10. Импульсные помехи. Помехи от радиолокационных станций. Оценка возможной угрозы с точки зрения ЭМС от РЛС. Особенности защиты от узкополосных помех.
11. Контактные помехи. Особенности промышленных помех.
12. Классификация излучений передатчиков. Характеристики основного и внеполосного излучений передатчиков.
13. Основные модели аппроксимации характеристик передатчиков. Типичные значения параметров для основных телекоммуникационных систем.
14. Особенности помех в ближней и дальней зонах. Согласование источников со средой по электрическому и магнитному полю. Сложности защиты от магнитного поля.
15. Классификация каналов приёмника. Динамические каналы, определение их частот.
16. Характеристики приёмника по различным каналам приёма.
17. Методы определения восприимчивости приёмника. Определение потенциальных угроз.
18. Основные характеристики антенн с точки зрения ЭМС. Частотные параметры антенн.
19. Характеристики антенн по различным каналам. Влияние характеристик антенн на возможность обеспечения ЭМС.
20. Частотно-временная матрица помех. Амплитудная оценка помеховой обстановки.
21. Учёт частотного разнесения помехи и канала приёма.
22. Установление соответствия критериям ЭМС.
23. Оборудование и испытания в области ЭМС.

Критерии оценивания ответов на вопросы билета

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (<i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i>)	Полное	Полное
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
Содержание ответа	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающий полный ответ

3 Описание процедуры выставления оценки

Для успешного освоения дисциплины обязательно:

- выполнение всех домашних заданий (являются формой текущей аттестации),
- выполнение и защита всех лабораторных работ (являются формой текущей аттестации).

По дисциплине ставится оценка «зачтено», если:

- домашние задания выполнены на баллы, составляющие в сумме не менее 60% от суммы баллов за все 8 заданий;
- и лабораторные работы выполнены и успешно защищены;
- и ответы на вопросы билета соответствуют уровню не ниже порогового.

Если вышеперечисленные условия в сумме не выполнены, то выставляется оценка «незачтено».

При условии достижения высоких результатов при выполнении домашних заданий и защите лабораторных работ – на уровне не менее 90% – эти результаты могут быть засчитаны как эквивалент ответа на вопрос билета, если все лабораторные работы выполнены и успешно защищены.

Уровень сформированности компетенции ПК-2 по результатам освоения дисциплины рассчитывается как среднее арифметическое между уровнями выполнения отдельных составляющих оценки: домашних заданий, лабораторных работ, ответов на вопросы билета.

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Электромагнитная совместимость»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой занятий по дисциплине являются практические и лабораторные занятия. На практических занятиях излагается необходимый минимум теоретических сведений, ставятся вопросы, на которые надо найти ответ самостоятельно, даются рекомендации по подбору литературы, даются отсылки к нормативной базе, отрабатываются полученные знания, разбираются практические ситуации, приобретаются практические знания по параметрам ЭМС различных конкретных инфокоммуникационных или радиотехнических систем.

Очень важно ознакомиться со всеми нормативными документами – ГОСТами и регламентами, т.к. они содержат много практических рекомендаций, в том числе прогнозированию, измерению ЭМС, аттестации различных устройств и систем на ЭМС, что является залогом их успешного функционирования. Отечественные нормативные документы следует искать в ИСС «Консультант-плюс», «Гарант».

Для успешного освоения дисциплины обязательно выполнение всех домашних заданий, выполнение и успешная защита всех лабораторных работ. Отчёт о выполнении работ должен содержать: цель работы, методы, ход работы, результаты измерений, обработку результатов, выводы.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом.

Оценка за зачёт складывается из оценки за домашние задания, за отчёты и защиту результатов выполнения лабораторных работ, за ответы на вопрос билета на зачёте.

Критерии оценивания каждого из элементов самостоятельной работы, лабораторных работ в зависимости от уровня освоения смотрите в тексте рабочей программы, а также в электронном курсе «Электромагнитная совместимость» в Moodle ЯрГУ.

По дисциплине ставится оценка «зачтено», если:

- домашние задания выполнены на баллы, составляющие в сумме не менее 60% от суммы баллов за все 8 заданий;
- и лабораторные работы выполнены и успешно защищены;
- и ответы на вопросы билета соответствуют уровню не ниже порогового.

Если вышеперечисленные условия в сумме не выполнены, то выставляется оценка «незачтено».

При условии достижения высоких результатов при выполнении домашних заданий и защите лабораторных работ – на уровне не менее 90% – эти результаты могут быть засчитаны как эквивалент ответа на вопрос билета, если все лабораторные работы выполнены и успешно защищены.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать издания, указанные в списке основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню

«Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

4. Электронные библиотечные системы, на которые имеется подписка ЯрГУ, перечень см. [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res\(1\).php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res(1).php)