

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

А.А. Галкин

20 2 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

11.03.03 – «Конструирование и технология электронных средств»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

«Компьютерный дизайн электронных средств»

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Обеспечение электромагнитной совместимости электронных средств» является принципы обеспечения электромагнитной совместимости отдельных узлов и электронных средств в целом.

Задачи:

- источники возникновения радиопомех, свойства и характеристики различных элементов электронных средств, влияющих на процессы создания помех и подверженности им;
- принципы, основные методы и средства анализа показателей электронных средств, и основные направления обеспечения электромагнитной совместимости электронных средств, необходимые для выполнения последующего конструирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Обеспечение электромагнитной совместимости электронных средств» относится к обязательной части дисциплин.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства и их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Умеет строить физические и математические модели узлов и блоков приборов. ПК-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.	<i>Знает</i> физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения. <i>Умеет</i> строить физические и математические модели узлов и блоков приборов. <i>Владеет</i> навыками компьютерного моделирования.	Задания рейтинг контроля Отчет по практическим и лабораторным работам
ПК-3 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов. ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.	<i>Знает</i> принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов. <i>Умеет</i> проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.	Задания рейтинг контроля Отчет по практическим и лабораторным работам

функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	<i>Владеет</i> навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	
--	--	---	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточн ой аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки¹		
1	Введение. Действие электромагнитных помех на ЭС	8	1- 2	4	4	4	12	15	
2	Методы анализа электромагнитной совместимости. Принципы обеспечения электромагнитной совместимости		3-4	4	4	4	12	15	
3	Нормирование в практике обеспечения ЭМС ЭС. Методы обеспечения ЭМС ЭС		5-6	4	4	4	12	15	Рейтинг- контроль №1
4	Экранирование и фильтрация. Практика применения экранов		7-8	4	4	4	12	15	
5	Обеспечение ЭМС. Принцип оптимизации размещения ЭС. Заключение		9	4	4	4	12	15	Рейтинг- контроль №2, 3
Всего				20	20	20	60	75	Экзамен (45 часов)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Введение.

Раздел 1. Действие электромагнитных помех на ЭС.

Пути воздействия электромагнитных помех на ЭС. Факторы, влияющие на ЭМП. Основные характеристики ЭС, влияющие на электромагнитную совместимость. Характеристики среды распространения, влияющие на ЭМС. Излучение и прием корпусами ЭС. Индустриальные радиопомехи. Основные источники индустриальных помех.

Раздел 2. Методы анализа электромагнитной совместимости. Принципы обеспечения электромагнитной совместимости.

Методы получения детерминированных аналитических оценок. Методы получения вероятностных оценок. Методы моделирования и экспериментального исследования характеристик ЭМС. Экспериментальные методы исследований. Особенности измерения характеристик ЭМС. Стандартизация и метрологическое обеспечение измерений параметров ЭМС. Натурные испытания. Методы моделирования. Стендовые измерения и испытания. Задачи и средства обеспечения ЭМС средств. Обеспечение ЭМС на уровне элемента, блока. Обеспечение ЭМС на уровне устройств. Обеспечение ЭМС на уровне объекта, системы.

Раздел 3. Нормирование в практике обеспечения ЭМС ЭС. Методы обеспечения ЭМС ЭС.

Цели и принципы нормирования. Международные и национальные стандарты в области ЭМС. Уменьшение связи между электрическими проводниками. Заземление.

Раздел 4. Экранирование и фильтрация. Практика применения экранов.

Структура помехонесущих электромагнитных полей. Особенности проектирования экранов для защиты от помехонесущих полей различной структуры. Однослойные и многослойные экраны. Контактные устройства экранов.

Экранирование отдельных узлов ЭРЭ. Экранирование отдельных узлов ЭС.

Раздел 5. Обеспечение ЭМС. Принцип оптимизации размещения ЭС.

Обеспечение ЭМС на основе пространственных факторов. Обеспечение ЭМС на основе временных факторов. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов. Частотное планирование. Методы размещения ЭС по заданной электромагнитной обстановке.

Математическая формулировка задачи размещения и методы ее решения. Алгоритм оптимальной компоновки узлов, субблоков, блоков с учетом обеспечения их ЭМС. Программные средства моделирования электромагнитных связей между элементами ЭС. Особенности расчета электромагнитной совместимости ЭС.

Заключение.

Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине

Лабораторный практикум

Лабораторная работа № 1. Обеспечение электромагнитной совместимости методом уменьшения связи между проводниками.

Лабораторная работа №2. Обеспечение электромагнитной совместимости путем оптимизации межблочных соединений.

Лабораторная работа №3. Определение эффективности экранирования ЭРЭ.

Лабораторная работа №4. Определение эффективности экранирования ЭС.

Отчеты по лабораторным работам индивидуальные и должны соответствовать требованиям стандартов ВлГУ.

Защита выполненных лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий; при выполнении очередной лабораторной работы допускается иметь не более одной незащищенной работы.

Практические занятия

Практическое занятие №1. Основные характеристики ЭС, влияющие на электромагнитную совместимость.

Практическое занятие №2. Методы моделирования и экспериментального исследования характеристик ЭМС.

Практическое занятие №3. Заземление.

Практическое занятие №4. Однослойные и многослойные экраны.

Практическое занятие №5. Методы размещения ЭС по заданной электромагнитной обстановке.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

1 рейтинг-контроль

1. Назовите источники и приемники помех ЭС и виды паразитных связей.
2. Условия возникновения электрического, магнитного и электромагнитного полей.
3. Принципы действия и конструкции электростатических экранов.
4. Магнитные и электромагнитные экраны. Их принципы действия и разновидности конструкций.
5. От чего зависит эффективность электромагнитного экрана? Как ее обеспечить на различных частотах с минимальной толщиной стенок экрана?

2 рейтинг-контроль

1. Почему многослойный экран эффективнее однослойного экрана, толщина стенок которого равна сумме толщин экранирующих слоев многослойного экрана?
2. За счет чего обеспечивается эффективность экранирования проводов в ЭС?
3. Достоинства и недостатки экранирования катушек индуктивности и контуров, рекомендации конструкторских решений электромагнитных экранов для этих элементов.
4. Какие паразитные параметры и связи печатного и навесного монтажа имеют место в ЭС?

3 рейтинг-контроль

1. Кондуктивные паразитные связи между модулями ЭС через цепи питания, основные рекомендации по исполнению цепей питания в ячейках и между ячейками ЭС.
2. Устойчивость усилителей ЭС, рекомендации по исполнению печатного монтажа их входных и выходных цепей, а также компоновки многокаскадных усилителей.
3. Программные средства моделирования электромагнитных связей между элементами ЭС.
4. Особенности расчета электромагнитной совместимости ЭС.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену

1. Назовите источники и приемники помех ЭС и виды паразитных связей.
2. Условия возникновения электрического, магнитного и электромагнитного полей.
3. Принципы действия и конструкции электростатических экранов.
4. Магнитные и электромагнитные экраны. Их принципы действия и разновидности конструкций.
5. От чего зависит эффективность электромагнитного экрана? Как ее обеспечить на различных частотах с минимальной толщиной стенок экрана?
6. Нарисуйте эквивалентную схему паразитной связи между элементами в секционированном корпусе-экране ЭС и объясните предполагаемые методы уменьшения паразитной связи.

7. Почему многослойный экран эффективнее однослойного экрана, толщина стенок которого равна сумме толщин экранирующих слоев многослойного экрана?
8. За счет чего обеспечивается эффективность экранирования проводов в ЭС?
9. Достоинства и недостатки экранирования катушек индуктивности и контуров, рекомендации конструкторских решений электромагнитных экранов для этих элементов.
10. Какие паразитные параметры и связи печатного и навесного монтажа имеют место в ЭС?
11. Как уменьшить время задержки сигнала и его искажение в линии связи?
12. Как оценить коэффициенты передачи помехи с провода на провод при емкостной и взаимоиндуктивной связи. Конструктивные методы уменьшения этих связей.
13. Кондуктивные паразитные связи между модулями ЭС через цепи питания, основные рекомендации по исполнению цепей питания в ячейках и между ячейками ЭС.
14. Устойчивость усилителей ЭС, рекомендации по исполнению печатного монтажа их входных и выходных цепей, а также компоновки многокаскадных усилителей.
15. Фильтрация напряжений помехи в проводах, принципы построения фильтров.
16. Разновидности конструкций фильтров и основные требования к их компоновке.
17. Программные средства моделирования электромагнитных связей между элементами ЭС.
18. Особенности расчета электромагнитной совместимости ЭС.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

ВОПРОСЫ ДЛЯ СРС

1. Нарисуйте эквивалентную схему паразитной связи между элементами в секционированном корпусе-экране ЭС и объясните предполагаемые методы уменьшения паразитной связи.
2. Как уменьшить время задержки сигнала и его искажение в линии связи?
3. Как оценить коэффициенты передачи помехи с провода на провод при емкостной и взаимоиндуктивной связи. Конструктивные методы уменьшения этих связей.
4. Фильтрация напряжений помехи в проводах, принципы построения фильтров.
5. Разновидности конструкций фильтров и основные требования к их компоновке.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляро в изданий в библиотеке ВлГУ	Наличие в электронном каталоге ЭБС
а) Основная литература*			
1. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.Г. Костиов, Р.В. Костиов, В.А. Шахнов. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012.	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0493.html (дата обращения: 31.08.2021)

2. Конструирование узлов и устройств электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. - (Высшее образование)	2013		http://www.studentlibrary.ru/book/I/SBN978522209943.html (дата обращения: 31.08.2021)
3. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ Гринев А.Ю. - М. : Логос, 2012.	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/I/SBN9785987047002.html (дата обращения: 31.08.2021)
б) Дополнительная литература			
1. Панков Л.Н. и др. "Основы проектирования электронных средств" Учебное пособие по дисциплине / Л. Н. Панков [и др.] ; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Владимир, 2007 .— 260 с. (Библиотека ВлГУ: 621.396.6 У912)	2007	50	
2. Баканов Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : учеб, пособие / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; ред. : И. Г. Мироненко. - М. : Академия, 2011. Переизд. - 365 с. Библиотека ВлГУ: 621.396.6 Б191)	2011	10	

6.2. Периодические издания

1. Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий», учредитель ООО Предприятие Остек, г. Москва. Бесплатная подписка на сайте www.ostec-press.ru
2. Производственно-практический журнал «Современная электроника», Изд-во «СТА-Пресс», г. Москва. Бесплатная подписка для специалистов на www.soel.ru
3. Поверхностный монтаж. Информационный бюллетень. ЗАО Предприятие Остек, г. Москва. Бесплатная подписка на сайте www.ostec-press.ru
4. Информационно-технический журнал «Новости электроники». Учредитель ООО «КОМПЭЛ», г. Москва, Электронная подписка на www.compeljournal.ru
5. Производственно-практический журнал «Современные технологии автоматизации», 4 выпуска в год, Издательство «СТА-Пресс», г. Москва.
Содержания выпусков и подписка доступны по адресу: www.cta.ru

6.3. Интернет-ресурсы

1. Информационно-аналитический центр современной электроники (с подпиской на новости) <http://www.sovel.org/>
2. Новостной и аналитический портал «Время электроники» (с подпиской на новости) <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/>
3. Федеральный портал: Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Образование в области техники и технологий. http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 331-3, 333-3, 324-3);
- электронные записи лекций (мультимедиа-презентации);
- оборудование для проведения лабораторных работ;
- оборудование компьютерного класса 330-3;
- ИНТРАНЕТ-сервер локальной сети кафедры с Wi-Fi – роутером беспроводного доступа на территории помещений кафедры.

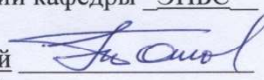
Рабочую программу составил доцент В.В. Евграфов
(ФИО, должность, подпись)



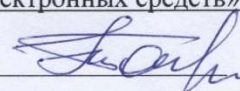
Рецензент (представитель работодателя)
заместитель главного инженера
по подготовке производства – главный технолог
АО «Владимирский завод «Электроприбор», М.К. Зайцев
(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭПБС
Протокол № 1 от 31.08.2021 года
Заведующий кафедрой К.В. Татмышевский
(ФИО, подпись)



Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления
11.03.03 – «Конструирование и технология электронных средств»
Протокол № 1 от 31.08.2021 года
Председатель комиссии К.В. Татмышевский
(ФИО, должность, подпись)



ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

«Обеспечение электромагнитной совместимости электронных средств»

образовательной программы направления подготовки *код и наименование ОП*, направленность:
наименование (указать уровень подготовки)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____ / _____

Подпись

ФИО

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.22 года

Заведующий кафедрой ЭПБС *Григорьев* (Татмишевский Г.В.)

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____