

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



по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 10 » 12 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**

Профиль/программа подготовки **Проектирование и технология электронных средств**

Уровень высшего образования **Академический бакалавриат**

Форма обучения – **Очная**

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз./зачет)
8	4 / 144	20	20	20	57	Экзамен (27 часов)
Итого	4 / 144	20	20	20	57	Экзамен (27 часов)

Владимир 2015

mp

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является изучение причин возникновения радиопомех, свойств и характеристик различных элементов ЭС, влияющих на процессы создания помех и подверженности им, принципы, основные методы и средства анализа показателей ЭС, физические основы, принципы и основные направления обеспечения электромагнитной совместимости ЭС, необходимые для выполнения последующего конструирования.

Предметом дисциплины являются принципы обеспечения электромагнитной совместимости отдельных узлов и электронных средств в целом.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Обеспечение электромагнитной совместимости электронных средств» относится к вариативной части дисциплин по выбору.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении курсов "Математика", "Физика", "Информационные системы", "Теоретические основы электротехники", "Основы конструирования электронных средств".

Получаемые в процессе изучения курса знания используются при изучении дисциплин "Проектирование электронных средств", "Компьютерное сопровождение жизненного цикла электронных средств", при выполнении выпускной квалификационной работы и в практической производственной деятельности.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими обще-профессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями в части базовых знаний, необходимых в дальнейшем для понимания современного состояния, проблем и тенденций развития технологии электронных средств в интересах конкретных работодателей:

ОПК-1 - способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

ОПК-2 - способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения;

ОПК-5 - способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

ПК-1 - способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования;

ПК-12 - способностью осуществлять контроль соблюдения экологической безопасности;

ПК-17 - готовностью к монтажу, настройке, испытанию и сдаче в эксплуатацию узлов, модулей и систем электронных средств;

ПК-22 - готовностью разрабатывать инструкции по ремонту, настройке и испытанию электронных средств, а также эксплуатации технологического оборудования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- особенности промышленных радиопомех,
- современные методы анализа электромагнитной совместимости ЭС,
- современные системные методы исследования и обеспечения электромагнитной совместимости при проектировании ЭС,
- принципы нормирования, основные стандарты и нормативные документы в области электромагнитной совместимости.

2) Уметь:

- применять современные методы моделирования, анализа и обеспечения электромаг-

нитной совместимости;

- применять основные стандарты и нормативные документы в области электромагнитной совместимости;

- применять специальную литературу и другие информационные издания при обеспечении электромагнитной совместимости.

3) Владеть:

- современными аппаратно-программными средствами автоматизации разработки конструкций электронных средств;

- методами экспериментального исследования элементов электронных средств.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)		
				Лекции	Консультации	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы			СРС	КП / КР
1	Введение. Действие электромагнитных помех на ЭС	8	1-2	4			4	4		11		4,0 / 33 %	
2	Методы анализа электромагнитной совместимости. Принципы обеспечения электромагнитной совместимости		3-4	4			4	4		11		4,0 / 33 %	
3	Нормирование в практике обеспечения ЭМС ЭС. Методы обеспечения ЭМС ЭС		5-6	4			4	4		11		4,0 / 33 %	Рейтинг-контроль №1
4	Экранирование и фильтрация. Практика применения экранов		7-8	4			4	4		12		4,0 / 33 %	
5	Обеспечение ЭМС. Принцип оптимизации размещения ЭС. Заключение		9	4			4	4		12		4,0 / 33 %	Рейтинг-контроль №2, 3
Всего				20			20	20		57		20 / 33 %	Экзамен (27 часов)

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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 характе-

ристик 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.

Лабораторный практикум

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

Лабораторная работа №2. Обеспечение электромагнитной совместимости пу- /ем 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. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (проблемное изложение учебного материала, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций из деятельности профильных предприятий и организаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

5.2. Мультимедийные технологии обучения

- Лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного видеопроектора и аудиосистемы.

- Студентам через ИНТРАНЕТ-сайт кафедры доступны конспект лекций и методические указания к СРС в электронном виде, учебные видеофильмы и рекламно-информационные материалы профильных предприятий и организаций.

В рамках дисциплины возможны вебинары и видеоконференции с участием известных ученых, преподавателей российских и зарубежных университетов, ведущих специалистов и руководителей промышленных предприятий и организаций различных форм собственности, в том числе выпускников ВлГУ.

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

Рейтинг-контроль проводится трижды за семестр согласно графику учебного процесса, рекомендованного учебно-методическим управлением. Он предполагает расчет суммарных баллов за активную работу на лекциях, практических занятиях и лабораторных работах. Текущий контроль знаний осуществляется на консультациях по курсу, по итогам защиты лабораторных работ, а также в периоды рейтинговых мероприятий. При выполнении студентом графика учебного процесса ему начисляется бонусный балл.

Вопросы для рейтинг-контроля, экзамена приведены ниже.

ВОПРОСЫ ДЛЯ РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЯ

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.

Самостоятельная работа студента.

Цель самостоятельной работы - формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня. Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала, подготовку к рейтинговым мероприятиям. Основа самостоятельной работы - изучение рекомендуемой литературы, работа с конспектом лекций и в Интернете.

Повышению эффективности самостоятельной работы способствуют систематические консультации. Текущий контроль освоения материала и самостоятельной работы проводится на консультациях и в форме рейтинг-контроля.

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.

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В.Г. Костиков, Р.В. Костиков, В.А. Шахнов. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. –
http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0493.html
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) –
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222209943.html>
3. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ Гринев А.Ю. - М. : Логос, 2012. –
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987047002.html>

б) дополнительная литература:

4. 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).
5. 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).
6. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. [Электронный ресурс] / Гейтенко Е.Н. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. -
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590251.html>
7. Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Яковлев, В.И. Пантелеев, В.П. Суров; под общ. ред. В.Н. Яковлева. - М. : Издательский дом МЭИ, 2010. -
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003985.html>

в) 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

г) 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

8. 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;
- ИНТРАNET-сервер локальной сети кафедры с Wi-Fi – роутером беспроводного доступа на территории помещений кафедры.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Рабочую программу составил доц. каф. БЭСТ В.В. Евграфов 

Рецензент главный конструктор

ООО Завод «Промприбор»  Е.В. Дончевский

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ
протокол № 4 от 10 декабря 2015 г.,

Зав. кафедрой  Л.Т.Сушкова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.03 – "Конструирование и технология электронных средств"
протокол № 4 от 10 декабря 2015 г.,

Председатель комиссии  Л.Т.Сушкова

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2016 / 17 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.16 года.

Заведующий кафедрой _____

Л. П. Сушкова

Рабочая программа одобрена на 2017 / 18 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.17 года.

Заведующий кафедрой _____

Л. П. Сушкова

Рабочая программа одобрена на 2018 / 19 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.18 года.

Заведующий кафедрой _____

Л. П. Сушкова

Рабочая программа одобрена на 2019 / 20 учебный год.

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.19 года.

Заведующий кафедрой _____

Л. П. Сушкова

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № __ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № __ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № __ от _____ года.

Заведующий кафедрой _____