

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор


Иванов А.Г.
« 30 » 2017 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.ДВ.02.02 ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
ЭЛЕКТРОННЫХ И РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ**

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Нанотехнологии в электронике

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Нанотехнологии в электронике».

Программу составил:

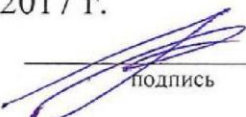
В.М. Аванесов, канд. техн. наук,
ст. преподаватель кафедры оптоэлектроники


подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 8 от 11 мая 2017 г.
Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.

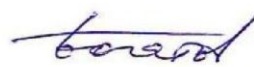

подпись

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий, протокол № 9 от 02 мая 2017 г.
Заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук Копытов Г.Ф.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 6 от 04 мая 2017 г.

Председатель УМК ФТФ
д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.


подпись

Рецензенты:

Куликов О.Н., канд. физ.-мат. наук, начальник бюро патентной и научно-технической информации АО «КБ «Селена»,

Тумаев Е.Н., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий.

1.Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1. Цель освоения дисциплины

Электроника и наноэлектроника – это наиболее динамично развивающееся направление радиоэлектроники, определяющее прогресс мировой науки и техники, связанный с исследованием, разработкой, созданием и эксплуатацией новых материалов, технологий, приборов и устройств, направленных на передачу, прием, обработку, хранение и отображение информации на основе электронных полупроводниковых технологий. Электроника и наноэлектроника ориентирована на интеграцию электронных, информационных, телекоммуникационных микро- и наноэлектронных технологий.

Основная цель преподавания дисциплины – приобретение знаний о явлениях взаимного влияния радиоэлектронных систем (далее - РЭС) и электромагнитной совместимости (далее - ЭМС) посредством наведенных ими электромагнитных полей и подходах к их описанию; формирование умений, владений и навыков по их анализу, исследованию и применению методов расчета при решении реальных задач в будущей профессиональной деятельности; изучение причин возникновения, воздействия и методов снижения непреднамеренных электромагнитных помех различного происхождения.

1.2. Задачи дисциплины

Задачами освоения дисциплины «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» являются:

- формирование у студентов целостной системы знаний об ЭМС РЭС, как отдельной системы, обеспечивающей полноценное функционирование РЭС;
- раскрытие понятийного и терминологического аппарата теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем;
- оценка восприимчивости к электромагнитным помехам радиоэлектронной аппаратуры на всех существующих уровнях ее декомпозиции;
- прогнозирование ЭМС РЭС различного назначения и различной ведомственной принадлежности;
- изучение и освоение методов эффективных мер защиты РЭС от электромагнитных помех;
- освоение мер, обеспечивающих защиту окружающей среды от электромагнитного загрязнения;
- освоение студентами физических принципов и математических моделей анализа электромагнитной обстановки;
- выработка практических навыков принятия мер по анализу, оценке и выработке рекомендаций по снижению помех с использованием доступных мер воздействия и противодействия (экранирование, фильтрация и т.д.);
- получение глубоких знаний по практической оценке электромагнитной обстановки с использованием измерительных средств.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить базовые теоретические знания и практические навыки, позволяющие анализировать электромагнитную обстановку, проводить ее оценку и принимать меры по ослаблению воздействия помех на работу РЭС, а также получить базовые теоретические знания основ современной теории ЭМС.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» для бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Нанотехнология в электронике) относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Б1.В учебного плана.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами базовой части модуля Б1.Б: «Математический анализ», «Физика», «Общий физический практикум» и обязательных дисциплин вариативной части Б1.В.ОД. Кроме того, дисциплина базируется на успешном усвоении сопутствующих дисциплин: «Спектральные методы исследования», «Электромагнитные поля и волны», «Теория электрических цепей», «Теория вероятности и математическая статистика», «Электроника», «Основы технологии электронной компонентной базы».

Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических и дифференциальных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения дисциплин базовой и вариативной частей модуля Б1.В, обеспечивая согласованность и преемственность с этими дисциплинами при переходе к оптическим и цифровым технологиям.

Программа дисциплины «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» согласуется со всеми учебными программами дисциплин базовой Б1.Б и вариативной Б1.В частей модуля (дисциплин) Б1 учебного плана.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональной компетенции: ОПК-7 и профессиональных компетенций ПК-9 и ПК-16

№ п. п.	Индекс компетенц ии	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

1.	ОПК-7	способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	1. основные термины по ЭМС РЭС; 2. основы методов анализа ЭМС РЭС, в том числе и расположенных на объекте; 3. характеристик и радиопередающих, радиоприемных устройств и антенн, влияющие на ЭМС РЭС; 4. критерии ЭМС для РЭС различных радиослужб и условия их выполнения;	1. применять математический аппарат основ теории ЭМС для инженерных расчетов параметров, характеризующих ЭМС РЭС; 2. производить расчеты и моделирование параметров, харак-	1. навыками анализа технических характеристик и параметров в РЭС систем радиосвязи и радиодоступа, влияющих на их ЭМС; 2. навыками частотного планирования сетей радиосвязи и радиодо-
----	-------	---	--	--	---

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

			5. основы управления использованием радиочастотного спектра (РЧС) на международном уровне и в Российской Федерации; 6. основы методов частотного планирования сетей радиосвязи и радиодоступа; 7. основы технических методов обеспечения ЭМС РЭС, в том числе и объектовой ЭМС	теризующих ЭМС РЭС; 3. использовать научнотехническую литературу, поисковые системы Интернет и другие информационные источники для самостоятельного приобретения знаний	ступа;
2.	ПК-9	готовность организовывать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	1. основы технических методов обеспечения ЭМС РЭС на этапе производства; 2. основные методы метрологического обеспечения ЭМС РЭС на производстве	1. использовать нормативную и эксплуатационную документацию на этапе производства и эксплуатации изделий	1. навыками измерений и анализа параметров РЭС; 2. основами эксплуатации и метрологического оборудования для ЭМС РЭС

3.	ПК-16	готовность осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	1. методы измерений и оценки ЭМС РЭС при эксплуатации; 2. методы контроля показателей ЭМС РЭС на этапах производства и эксплуатации	1. использовать эксплуатационную документацию на этапе регламентных работ и технического обслуживания изделий	1. навыками проверки технического состояния РЭС; 2. основами эксплуатации РЭС
----	-------	---	--	---	--

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		7
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	64	64
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		
Лабораторные занятия	32	32
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР) в форме зачета	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	39,8	39,8
Курсовая работа		
Проработка учебного (теоретического) материала	20	20
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		
Подготовка к текущему контролю	19,8	19,8

Контроль:			
Подготовка к зачету			
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	68,2	68,2
	зач. ед	3	3

2.2. Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма):

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	КСР	СРС
1.	Электромагнитная обстановка в совокупности средств	10	4			1	6
2.	Характеристики, описание и модели помех	22	8		8		6
3.	ЭМС приемно-передающих радиосредств	24	8		8	1	8
№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	КСР	СРС
4.	Вопросы обеспечения ЭМС РЭС	28	8		12	1	12
5.	Техника измерений и экспериментальное определение параметров ЭМС	24	4		4	1	7,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	107,8	32		32	4	39,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1. Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
---	-----------------------------	---------------------------	-------------------------

1.	Электромагнитная обстановка в совокупности средств	Основные понятия, термины и определения. Параметры РЭС, влияющие на их ЭМС. Обеспечение ЭМС. Задачи, методы и средства обеспечения ЭМС на различных уровнях. Аспекты обеспечения ЭМС на различных уровнях. Нормативно-техническая документация по ЭМС. ЭМС и эффективность использования РЧР. Описание и прогнозирование ЭМО. Характеристики электромагнитной обстановки. Прогнозирование электромагнитной обстановки	КВ / ПЗ / Т
2.	Характеристики, описание и модели помех	Классификация электромагнитных помех. Пути воздействия помех на рецепторы. Оценка воздействия помех. Характеристики тракта передачи помех. Рецепторы помех. Допустимые интервал и уровень помех. Помехоподавление. Логарифмические относительные характеристики. Уровень помехоустойчивости ИМС. Допустимые уровни радиопомех. Природа электромагнитных влияний и пути их передачи. Противофазные и синфазные помехи. Земля и масса. Описание электромагнитных влияний в частотной и временной областях. Представление периодических функций времени в частотной области. Ряд Фурье. Представление непериодических функций времени в частотной области	КВ / ПЗ / Т
3.	ЭМС приемнопередающих радиосредств	Классификация излучений передатчиков, основные и внеполосные излучения. Излучения на гармониках и субгармониках. Комбинационные, интермодуляционные, паразитные и шумовые излучения. Контактные помехи. Особенности описания диаграмм направленности антенн в задачах ЭМС. Диаграмма направленности антенн в области главного лепестка. Диаграмма направленности антенны в области бокового лепестка. Восприимчивость по основному и побочным каналам приема. Блокирование, интермодуляция и перекрестная модуляция. Математические модели восприимчивости и избирательности РПМУ в задачах ЭМС	КВ / ПЗ / Т

4.	Вопросы обеспечения ЭМС РЭС	Обеспечение ЭМС на основе использования пространственных факторов. Обеспечение ЭМС на основе временных факторов. Выбор мощностей в группе РЭС. Обеспечение ЭМС в группе РЭС путем выбора значений чувствительности. Обеспечение ЭМС на основе использования частотных факторов. Существо и особенности схемотехнических мер. Компенсаторы помех. Фильтрация помех. Специальные схемные решения. Выполнение межблочных соединений. Устройства защиты РПмУ от мощных импульсных помех. ППФ для ЭМС. Существо и особенности конструкторско-технологических мер. Группирование проводников. Зонирование и группирование элементов РЭС. Компонировка устройств. Экранирование. Основные характеристики экранирования. Эффективность фильтрации. Помехоподавляющие элементы. Монтаж фильтров. Миниатюрные фильтры. Фильтрация цепей питания цифровых узлов. Заземление. Принципы построения системы заземления. Схемы построения систем заземления в аппаратуре и системах электроснабжения	КВ / ПЗ / Т
5.	Техника измерений и экспериментальное определение параметров ЭМС	Техника измерения значений помех. Измерение напряжения и тока помехи. Измерение напряженностей полей помех. Антенны. Измерение мощности помех. Приборы для измерения электромагнитных влияний. Измерительные приемники помех. Спектральные анализаторы. Экспериментальное определение помехоустойчивости	КВ / ПЗ / Т

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы, ПЗ – выполнение практических заданий, Т – тестирование, Р – реферат.

2.3.2. Занятия семинарского типа

Согласно учебному плану семинарские занятия по учебной дисциплине Б1.В.ДВ.3.2 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» не предусмотрены.

2.3.3. Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов	Форма текущего контроля
---	---------------------------------	--------------	-------------------------

1.	Исследование характеристик детерминированных сиг-	4	Отчет по лабо-
----	---	---	----------------

	налов и помех		ракторной работе
2.	Исследование законов распределения случайных сигналов и помех	4	Отчет по лабораторной работе
3.	Экспериментальное определение характеристик радиосредств радиоэлектронной системы	4	Отчет по лабораторной работе
4.	Исследование цифровой системы передачи информации	4	Отчет по лабораторной работе
5.	Исследование помехоустойчивости системы связи при различных видах модуляции (АМ, ЧМ)	4	Отчет по лабораторной работе
6.	Исследование помехоустойчивости системы связи при различных видах модуляции (ФМ, ОФМ)	4	Отчет по лабораторной работе
7.	Исследование фильтрации помех	4	Отчет по лабораторной работе
8.	Измерение параметров кондуктивных помех источника вторичного электропитания	4	Отчет по лабораторной работе
<i>Итого:</i>		32	

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

Лабораторные работы выполняются с использованием лабораторного и стендового оборудования.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (профиль: Нанотехнология в электронике) компетенции: ОПК-7, ПК-9, ПК-16.

Лабораторная работа № 1. Исследование характеристик детерминированных сигналов и помех.

Цель работы:

- ☐ исследование формы и спектральных характеристик гармонических, импульсных сигналов и помех;
- ☐ изучить методику описания и представления сигналов и помех;
- ☐ ознакомиться с влиянием помех на характеристики полезного сигнала.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- ☐

- ☐ определяет основные расчетные соотношения сигналов и помех;
- ☐ разрабатывает алгоритм оценки эффективных показателей сигналов и помех;
- ☐ составляет соответствующую программу численного расчета в инженернокомпьютерной системе EXCEL;
- ☐ осуществляет отладку программы, используя типовые наборы входных данных для сигналов и помех, приведенные в задании к лабораторной работе;
- ☐ предоставляет отчетность преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

Лабораторная работа № 2. Исследование законов распределения случайных сигналов и помех.

Цель работы:

- ☐ ознакомление с методикой экспериментального исследования плотностей вероятности мгновенных значений случайных процессов;
- ☐ установление количественных связей между характером случайного процесса, его числовыми характеристиками и графики плотности вероятности
- ☐ изучить методику описания и представления случайных сигналов как помех;
- ☐ ознакомиться с влиянием помех на характеристики полезного сигнала.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- ☐ определяет основные расчетные соотношения случайных сигналов;
- ☐ разрабатывает алгоритм оценки эффективных показателей случайных сигналов (математическое ожидание, дисперсия, закон распределения случайной величины);
- ☐ составляет соответствующую программу численного расчета в инженернокомпьютерной системе EXCEL;
- ☐ осуществляет отладку программы, используя типовые наборы входных дан
- ☐ предоставляет отчетность преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

Лабораторная работа № 3.

Экспериментальное определение характеристик радиосредств радиоэлектронной системы.

Цель работы:

- ☐ изучить основные характеристики радиосредств, входящих в состав радиоэлектронной системы (диапазон рабочих частот, чувствительность, избирательность по соседнему, зеркальному каналу, по каналу промежуточной частоты);
- ☐ изучить методику определения характеристик радиоприемного устройства;
- ☐ освоить основные методы определения характеристик и использования радиоизмерительных средств;
- ☐ приобрести практические навыки определения ЭМС РЭС.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- ☐

- определяет основные расчетные соотношения;
- разрабатывает алгоритм определения характеристик радиоприемного устройства;
- составляет соответствующую программу численного расчета в инженернокомпьютерной системе;
- предоставляет завершённый отчет преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

Лабораторная работа № 4. Исследование цифровой системы передачи информации.

Цель работы:

- знакомство с основными функциональными узлами цифровой системы связи для передачи как дискретных, так и аналоговых сигналов;
- преобразование сигналов в отдельных блоках системы связи с разными видами модуляции и кодирования;
- демонстрация помехоустойчивости системы связи.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- наблюдает сигналы в разных точках системы связи при фиксированных видах модуляции с учетом воздействия помехи «белый шум» разной интенсивности;
- знакомится с различными видами модуляции и оценивает влияние помехи на прохождение сигнала в канале связи;
- наблюдает прохождение сигналов через систему связи при действии помех в канале и определяет основные расчетные соотношения;
- предоставляет завершённый отчет преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

Лабораторная работа № 5.

Исследование помехоустойчивости системы связи при различных видах модуляции (АМ, ЧМ).

Цель работы:

- оценка вероятности ошибки в приёме символа при разных видах модуляции и разных отношениях сигнал/шум;
- знакомство с основными функциональными узлами цифровой системы связи для передачи как дискретных, так и аналоговых сигналов;
- преобразование сигналов в отдельных блоках системы связи с разными видами модуляции и кодирования;
- демонстрация помехоустойчивости системы связи.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- наблюдает сигналы в разных точках системы связи при фиксированных видах модуляции с учетом воздействия помехи «белый шум» разной интенсивности;

□

- знакомится с различными видами модуляции и оценивает влияние помехи на прохождение сигнала в канале связи;
- наблюдает прохождение сигналов через систему связи при действии помех в канале и определяет основные расчетные соотношения;
- предоставляет завершённый отчет преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

Лабораторная работа № 6.

Исследование помехоустойчивости системы связи при различных видах модуляции (ФМ, ОФМ).

Цель работы:

- оценка вероятности ошибки в приёме символа при разных видах модуляции и разных отношениях сигнал/шум;
- знакомство с основными функциональными узлами цифровой системы связи для передачи как дискретных, так и аналоговых сигналов;
- преобразование сигналов в отдельных блоках системы связи с разными видами модуляции и кодирования;
- демонстрация помехоустойчивости системы связи.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- наблюдает сигналы в разных точках системы связи при фиксированных видах модуляции с учетом воздействия помехи «белый шум» разной интенсивности;
- знакомится с различными видами модуляции и оценивает влияние помехи на прохождение сигнала в канале связи;
- наблюдает прохождение сигналов через систему связи при действии помех в канале и определяет основные расчетные соотношения;
- предоставляет завершённый отчет преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

Лабораторная работа № 7. Исследование фильтрации помех.

Цель работы:

- исследование электрических фильтров различных видов в цепях прохождения сигналов и помех;
- знакомство с основными свойствами полоснопропускающих, заграждающих

фильтров;

- ☐ снятие амплитудно-частотных характеристик фильтров различной структуры;
- ☐ исследование прохождения сигналов и помех через фильтры различного назначения.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- ☐ наблюдает сигналы на входе и выходе фильтров;
- ☐ исследует прохождение помех разной интенсивности;
- ☐ знакомится с различными видами устройств фильтрации помех;
- ☐ предоставляет завершённый отчет преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

Лабораторная работа № 8.

Измерение параметров кондуктивных помех источника вторичного электропитания.

Цель работы:

- ☐ исследование процесса генерации (эмиссии) кондуктивной помехи в сеть при работе импульсного источника электропитания;
- ☐ знакомство со структурой построения импульсного источника вторичного электропитания;
- ☐ снятие характеристик кондуктивной помехи;
- ☐ исследование мер снижения помех в цепи электропитания.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- ☐ наблюдает сигналы в цепях импульсного источника вторичного электропитания;
- ☐ исследует прохождение помех разной интенсивности;
- ☐ знакомится с различными видами устройств фильтрации помех;
- ☐ предоставляет завершённый отчет преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

2.3.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1		Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Физика», утвержденные кафедрой _____, протокол № __ от ____ г.
2		Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой _____, протокол № __ от ____ г.

3	Методические рекомендации по решению задач, утвержденные кафедрой _____, протокол № ____ от ____ г.
---	---

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

☐ в печатной форме увеличенным шрифтом, ☐ в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

☐ в печатной форме,
☐ в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

☐ в печатной форме,
☐ в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- ☐ лекции;
- ☐ проведение практических занятий;
- ☐ домашние задания;
- ☐ опрос;
- ☐ индивидуальные практические задания;
- ☐ контрольные работы;
- ☐ тестирование;
- ☐ публичная защита лабораторных работ;
- ☐ консультации преподавателей;
- ☐ самостоятельная работа студентов (изучение теоретического

материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу, тестированию и экзамену).

Для проведения всех лекционных и практических (семинарских) занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Интерактивные аудиторные занятия с использованием мультимедийных систем позволяют активно и эффективно вовлекать учащихся в учебный процесс и осуществлять обратную связь. Помимо этого, становится возможным эффективное обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину преподавателем материалами в виде **электронного комплекса сопровождения**, включающего в себя:

- ☐ электронные конспекты лекций;
- ☐ электронные планы практических (семинарских) занятий;

- электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий;

- списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса;

- разнообразную дополнительную литературу, относящуюся к изучаемой дисциплине в электронном виде (в различных текстовых форматах *.doc, *.rtf, *.htm, *.txt, *.pdf, *.djvu и графических форматах *.jpg, *.png, *.gif, *.tif).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью; □ лекции с проблемным изложением;

- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение проблем;

- компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент»;

- технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев терминов и определений, групповые методы Wiki, интернеттестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;

- лекции с проблемным изложением;

- использование средств мультимедиа;

- изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, использование вопросов, Сократический диалог);

- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);

- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ случаев»);

- творческие задания;

- работа в малых группах;

- использование средств мультимедиа (компьютерные классы);

- технология компьютерного моделирования численных расчетов в инженерно-математической системе MATHCAD (или системе компьютерной математики MATLAB).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

4.1.1. Контрольные вопросы по учебной программе

В процессе подготовки и ответов на контрольные вопросы формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Нанотехнология в электронике) компетенции: ОПК-7.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов для разделов рабочей программы. Полный комплект контрольных вопросов для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем».

Раздел 1.

1. Основные понятия, термины и определения.
2. Параметры РЭС, влияющие на их ЭМС.
3. Обеспечение ЭМС.
4. Задачи, методы и средства обеспечения ЭМС на различных уровнях.
5. Аспекты обеспечения ЭМС на различных уровнях.
6. Нормативно-техническая документация по ЭМС.
7. ЭМС и эффективность использования РЧР.
8. Описание и прогнозирование ЭМО.
9. Характеристики электромагнитной обстановки.
10. Прогнозирование электромагнитной обстановки

Раздел 2.

1. Классификация электромагнитных помех.
2. Пути воздействия помех на рецепторы.
3. Оценка воздействия помех.
4. Характеристики тракта передачи помех.
5. Рецепторы помех.
6. Допустимые интервал и уровень помех.
7. Помехоподавление.
8. Логарифмические относительные характеристики.
9. Уровень помехоустойчивости ИМС.
10. Допустимые уровни радиопомех.
11. Природа электромагнитных влияний и пути их передачи.
12. Противофазные и синфазные помехи.
13. Земля и масса.
14. Описание электромагнитных влияний в частотной и временной областях.
15. Представление периодических функций времени в частотной области.
16. Ряд Фурье. Представление непериодических функций времени в частотной области

Раздел 3.

1. Классификация излучений передатчиков, основные и внеполосные излучения.
2. Излучения на гармониках и субгармониках.
3. Комбинационные, интермодуляционные, паразитные и шумовые излучения.
4. Контактные помехи.
5. Особенности описания диаграмм направленности антенн в задачах ЭМС.
6. Диаграмма направленности антенн в области главного лепестка.
7. Диаграмма направленности антенны в области бокового лепестка.
8. Восприимчивость по основному и побочным каналам приема.
9. Блокирование, интермодуляция и перекрестная модуляция.
10. Математические модели восприимчивости и избирательности РПМУ в задачах ЭМС

Раздел 4.

1. Обеспечение ЭМС на основе использования пространственных факторов.
2. Обеспечение ЭМС на основе временных факторов.
3. Выбор мощностей в группе РЭС.
4. Обеспечение ЭМС в группе РЭС путем выбора значений чувствительности.
5. Обеспечение ЭМС на основе использования частотных факторов.
6. Существо и особенности схемотехнических мер.
7. Компенсаторы помех. Фильтрация помех.
8. Специальные схемные решения. Выполнение межблочных соединений.
9. Устройства защиты РПМУ от мощных импульсных помех. ППФ для ЭМС.
10. Существо и особенности конструкторско-технологических мер.
11. Группирование проводников. Зонирование и группирование элементов РЭС.
12. Компоновка устройств. Экранирование.
13. Основные характеристики экранирования.
14. Эффективность фильтрации.
15. Помехоподавляющие элементы. Монтаж фильтров. Миниатюрные фильтры.
16. Фильтрация цепей питания цифровых узлов.
17. Заземление. Принципы построения системы заземления.
18. Схемы построения систем заземления в аппаратуре и системах электроснабжения

Раздел 5.

1. Техника измерения значений помех.
2. Измерение напряжения и тока помехи.
3. Измерение напряженностей полей помех.
4. Антенны. Измерение мощности помех.
5. Приборы для измерения электромагнитных влияний.
6. Измерительные приемники помех.
7. Спектральные анализаторы.
8. Экспериментальное определение помехоустойчивости

4.1.2. Практические задания по учебной программе

В процессе подготовки и выполнения практических заданий формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Нанотехнология в электронике) компетенции: ОПК-2, ПК-9, ПК-16.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

Полный комплект практических заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем».

1. Определить спектральную плотность прямоугольного импульсного сигнала с параметрами $T=2$ мкс, $t=10$ нс, амплитуда импульса -10 В. Сделайте обобщающие выводы.
2. Определить число спектральных составляющих прямоугольного импульсного сигнала с параметрами $T=20$ мкс, $t=8$ мкс, амплитуда импульса -10 В с амплитудами менее 50 мВ. Сделайте обобщающие выводы.

4.1.3. Тестовые задания по учебной программе

В процессе выполнения тестовых заданий у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль: Нанотехнология в электронике) компетенции: ОПК-2.

Тестовые задания состоит из 6–12 теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. Во всех вопросах каждого теста предполагается выбор одного из 4-х возможных ответов.

Система оценок выполнения контрольного тестирования:

- ☐ «отлично» – количество правильных ответов от 85% до 100%;
- ☐ «хорошо» – количество правильных ответов от 70% до 84%;
- ☐ «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 55% до 69%.

Ниже приводится пример контрольного тестирования в виде полного варианта одного из тестовых заданий.

Полный комплект тестовых заданий для всех разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем».

Раздел 1.

1. Что понимается под электромагнитной совместимостью технических средств?
2. Что понимается под организационным обеспечением электромагнитной совместимости?
3. Что понимается под техническим обеспечением электромагнитной совместимости?
4. Перечислите виды электромагнитных помех.
5. Поясните понятия узкополосных и широкополосных электромагнитных помех.
6. Поясните понятия синфазных и противофазных электромагнитных помех.
7. Поясните понятия «земля» и «масса».
8. Поясните термины «уровень помехи» и «помехоподавление». Как для их характеристики используются относительные логарифмические масштабы?

9. Что такое децибел и непер? Как они соотносятся?
10. Как осуществляется переход представления электромагнитных помех из временной области в частотную область и наоборот?
11. Что такое спектр периодической помехи. Какой математический аппарат применяется для его получения?
12. Что такое спектральная плотность распределения амплитуд импульсной помехи?

Раздел 2.

1. Поясните понятия «функциональные» и «нефункциональные» источники электромагнитных помех
2. Поясните понятия «широкополосный» и «узкополосный» источник электромагнитных помех. Что является количественной характеристикой, данных понятий?
3. Какая характеристика называется шириной полосы энергетического спектра ?
4. Как влияют дуговые печи и сварочные установки на электромагнитную обстановку?
5. Как влияют мощные выпрямители и преобразователи частоты на электромагнитную обстановку?
6. Какие технические средства определяют электромагнитную обстановку в городах?
7. Поясните физические процессы, происходящие в газоразрядных лампах и приводящие к появлению электромагнитных помех
8. Поясните физические процессы, происходящие на высоковольтных воздушных линиях и приводящие к появлению электромагнитных помех
9. Поясните физические процессы, происходящие в коллекторных электродвигателях и приводящие к появлению электромагнитных помех
10. Поясните физические процессы, происходящие в системах зажигания автомобилей и приводящие к появлению электромагнитных помех
11. Почему разряд статического электричества представляет собой источник электромагнитных помех?
12. Почему коммутация катушек индуктивности приводит к появлению электромагнитных помех?
13. Какие процессы в сетях низкого напряжения вызывают возникновение электромагнитных помех?
14. Какие процессы в сетях высокого напряжения вызывают возникновение электромагнитных помех?
15. Какие физические процессы при ударе молнии приводят к возникновению электромагнитных помех?
16. Какие физические процессы, происходящие при ядерном взрыве, вызывают появление электромагнитного импульса? Какими параметрами характеризуется электромагнитный импульс?
17. Какие классы окружающей среды выделяются при передаче электромагнитных помех по проводам?
18. Какие классы окружающей среды выделяются при передаче электромагнитных помех электромагнитным излучением?

Раздел 3

1. Какие виды возможных связей между контурами и какие виды возможных путей проникновения помех вам известны?

2. Какие существуют способы снижения гальванического влияния и проникновения электромагнитных помех из одного контура в другой?
3. Какие существуют способы снижения гальванического влияния и проникновения электромагнитных помех по цепям заземления?
4. Какие существуют способы снижения емкостного влияния и проникновения электромагнитных помех из одного контура в другой?
5. Какие существуют способы снижения емкостного влияния контуров с общим проводом системы опорного потенциала?
6. Какие существуют способы снижения емкостного влияния токовых контуров с большой емкостью относительно земли?
7. Чем опасно емкостное влияние молнии на сигнальные линии?
8. Какие существуют способы снижения индуктивного влияния и проникновения электромагнитных помех из одного контура в другой?
9. В чем состоит опасность индуктивного влияния разряда статического электричества на корпус прибора?
10. В чем состоит опасность индуктивного влияния разряда молнии в молниеотвод при наличии вблизи сигнальных линий?
11. В чем состоит опасность индуктивного влияния тока молнии на электрический контур внутри здания образованный проводами питания и сигнальными линиями при ударе молнии в молниеприемник здания?
12. При каких параметрах помехи начинают соблюдаться условия «дальнего поля»?
13. Назовите способы снижения помех от излучения электромагнитного поля.

Раздел 4.

1. Поясните принцип действия фильтра.
2. Что такое «коэффициент затухания» фильтра?
3. Приведите примеры схем простейших фильтров.
4. Приведите примеры возможных схем сетевых фильтров при разных соотношениях величины сопротивлений источника и приемника электромагнитных помех.
5. Приведите примеры выполнения помехозащитных конденсаторов.
6. Приведите примеры выполнения помехозащитных катушек.
7. Приведите примеры использования защитных катушек и конденсаторов от синфазных и противофазных токов помех.
8. Для чего служат сетевые фильтры?
9. В чем состоит принцип действия ограничителей перенапряжений?
10. Поясните принцип действия газонаполненного разрядника. Как выглядит его вольтамперная характеристика?
11. Для чего служат воздушные защитные промежутки?
12. Что такое «сопровождающий ток разрядника»? Каковы мероприятия по его ликвидации?
13. Что такое варистор? Каковы его сфера применения, вольтамперная характеристика?
14. Поясните сферу применения и принцип действия экранов.
15. Что такое «коэффициент затухания», «коэффициент отражения», «коэффициент поглощения» экрана?

16. Как влияют относительная магнитная проницаемость и электрическая проводимость материала экрана на его экранирующие свойства?
17. Какие материалы используются для изготовления экранов?
18. Приведите примеры конструктивного исполнения экранирующих материалов и устройств.
19. Приведите примеры конструктивного исполнения экранов приборов и помещений.
20. Приведите примеры конструктивного исполнения экранов кабелей.
21. Как влияет способ заземления экрана кабеля на его экранирующие свойства?
22. Какие элементы используются для гальванической развязки с целью исключения возникновения синфазных помех?

Раздел 5.

1. Назовите основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки на телекоммуникаций.
2. Перечислите исходные данные для определения ЭМО на объекте.
3. Перечислите состав работ для определения ЭМО на объекте.
4. Что называют имитационными испытаниями на телекоммуникационном объекте?
5. Какие воздействия на элементы энергообъекта возможны при ударе молнии?
6. Как осуществляется измерение электромагнитных полей радиочастотного диапазона?
7. Какую роль играют электрические процессы при функционировании живых организмов?
8. Какие объекты являются источниками электрических и магнитных полей на объектах электроэнергетики, в промышленности, на транспорте, в быту?
9. В чем заключаются механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы?
10. Назовите нормативные значения напряженностей электрических и магнитных полей на рабочих местах и для населения.
11. В чем заключается экологическое влияние коронного разряда?
12. В чем состоит влияние линий электропередачи на линии связи?
13. Основные нормативные документы в области ЭМС?
14. Порядок использования нормативной документации?
15. Сдача объектов телекоммуникации с учетом требований нормативных документов.

Темы рефератов по учебной программе

В процессе подготовки и написания реферата у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (профиль: Нанотехнология в электронике) компетенции: ОПК-2.

1. Основные характеристики ЭМС.
2. Влияние на электромагнитную совместимость различных факторов.
3. Принципы распределения частот в беспроводных системах связи.
4. Методы снижения влияния непреднамеренных помех на радиоэлектронные средства.
5. Характеристики ЭМС основных элементов РЭС
6. Методы оценки ЭМС инфокоммуникационной аппаратуры

7. Особенности расчета характеристик ЭМС передающей и приемной аппаратуры систем связи
8. Особенности расчет ЭМС элементов сотовой связи
9. Технические методы обеспечения ЭМС
10. Методы измерения характеристик ЭМС

Контрольные работы по учебной программе

Согласно учебному плану контрольные работы по учебной дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» не предусмотрены.

4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1. Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем»

11. Основные понятия и определения ЭМС.
12. Внешняя и внутренняя электромагнитная совместимость.
13. Основные характеристики ЭМС.
14. Влияние на электромагнитную совместимость различных факторов.
15. Принципы распределения частот в беспроводных системах связи.
16. Методы снижения влияния непреднамеренных помех на радиоэлектронные средства.
17. Характеристики ЭМС основных элементов РЭС
18. Методы оценки ЭМС инфокоммуникационной аппаратуры
19. Особенности расчета характеристик ЭМС передающей и приемной аппаратуры систем связи
20. Особенности расчет ЭМС элементов сотовой связи
21. Технические методы обеспечения ЭМС
22. Методы измерения характеристик ЭМС
23. Оценка эффективности методов компенсации непреднамеренных помех
24. Оценка эффективности методов фильтрации мешающих излучений
25. Основные источники электромагнитных излучений
26. Классификация непреднамеренных помех
27. Характеристика внутренней ЭМС устройств связи
28. ЭМС элементов базовой станции
29. Организационные методы обеспечения ЭМС
30. Особенности сертификации радиоэлектронной аппаратуры по ЭМС
31. Средства измерения характеристик ЭМС
32. Обеспечения ЭМС на различных этапах жизненного цикла устройств и систем

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1. Основная литература

1. Основы управления использованием радиочастотного спектра / Под ред. М.А. Быховского. - М.: Красанд, 2012.
2. Том 1: Международная и национальная системы управления РЧС. Радиоконтроль и радионадзор. — 152 с. - 340с.
3. Том 2: Обеспечение электромагнитной совместимости радиосистем. - 552 с.
4. Том 3: Частотное планирование сетей телерадиовещания и подвижной связи. Автоматизация управления использованием радиочастотного спектра - 368 с.
5. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем: под ред. М. А. Быховского; [А. Л. Бузов и др.]. - М.: Эко-Трендз, 2006. – 634 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2. Дополнительная литература

1. Регламент радиосвязи. Тома 1-4. - Женева, МСЭ, 2008.
2. Регламент радиосвязи Российской Федерации, - М.: Радио и связь, 1999.
3. ГОСТ Р 50397-92 (ГОСТ 50372-95) “Совместимость технических средств электромагнитная”. - М.: Стандарты и качество, 1995.
4. Нормы на ширину полос радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского применения. - М.: ГКРЧ, 2002.
5. М.Г.Локшин, А.А. Шур и др. Сети телевизионного и звукового ОВЧ ЧМ вещания. Справочник. - М.: Радио и связь, 1988.
6. С.В. Бородич. ЭМС наземных и космических служб. - М.: Радио и связь, 1990.
7. Справочник по управлению использованием спектра на национальном уровне, МСЭ, 1995. 8. Бадалов А.Л. Нормы на параметры ЭМС РЭС. - М.: Радио и связь, 1990.
9. Системы радиосвязи. Учебник / Калашников Н.И., Крупицкий Э.И., Дородное И.Л., Носов В.И; Под ред. Калашникова Н.И., - М.: Радио и связь, 1988.
10. Е.И. Егоров, Н.И. Калашников Н.И., А.С. Михайлов. Использование радиочастотного спектра и радиопомехи. - М.: Радио и связь, 1986.
11. Теория и методы оценки ЭМС радиоэлектронных средств / Под ред. Ю.А. Феоктистова. - М.: Радио и связь, 1988.
12. Электромагнитная совместимость систем спутниковой связи. Под ред.Л.Я. Кантора и В.В. Ноздрина. - М.: НИИР, 2009.
13. Системы спутниковой связи с эллиптическими орбитами”. М, Глобсат- ком, 2009 / Под ред. Камнева Е.Ф. (Камнев Е.Ф., Аболищ А.И., Акимов А.А., Белов А.С., Бобков В.Ю., Пелехатый М.И.). - 724 с.
14. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи. - М.: Радио и связь, 1990.
15. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 392 с.:ил.

5.3. Периодические издания:

1. Автометрия
 2. Вестник связи
 3. Квантовая электроника
 4. Оптический журнал
 5. Радиотехника
 6. Радиотехника и электроника
 7. Инженерная физика
 8. Сети и системы связи
 9. Технологии и средства связи
 10. Труды ин-та инж. по электрон. и радиоэлектронике (ТИИЭР)
 11. Фотоника
 12. Фотон-экспресс
 13. Электромагнитные волны и электронные системы
 14. Сводный реферативный журнал «Связь»
 15. РЖ «Радиотехника»
 16. РЖ «Электроника
 17. РЖ «Физика»
 18. Журнал технической физики
 19. Зарубежная радиоэлектроника
 20. Телекоммуникации
- 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. . Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/window>
2. Библиотека электронных учебников: <http://www.book-ua.org/>
3. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике: <http://www.college.ru/>
4. Федеральный образовательный портал: http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm
5. Каталог научных ресурсов: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
6. Большая научная библиотека: <http://www.sci-lib.com/>
7. Глобальные поисковые системы Internet: Google, Yandex и др.
8. Официальные сайты - источники отечественных и зарубежных нормативных документов:
9. сайт Министерства связи и массовых коммуникаций РФ: <http://www.minsvyaz.ru;>
10. сайт Главного радиочастотного центра РФ: <http://www.grfc.ru;>
11. сайт Европейского института стандартов в области телекоммуникаций: [http:// www.etsi.org/;](http://www.etsi.org/)
12. сайт Европейского института стандартов в - сайт Международного союза электросвязи: [http://www.itu.int/;](http://www.itu.int/)
13. сайт Федеральной комиссии по связи (США): <http://www.fcc.gov/> и др.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем», отводится около 37 % времени (40 час. срс) от общей

трудоемкости дисциплины (108 час.). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфеля студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины Б1.В.ДВ.3.2 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем».

Контроль осуществляется посредством тестирования студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» также относится электронный вариант учебного пособия по данной дисциплине, включающий в себя:

- лекционный курс дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем»;
- контрольные вопросы по каждому разделу учебной дисциплины; □ список задач по каждому разделу учебной дисциплины.

К средствам обеспечения освоения дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям (10 недель):

Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Колво часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
--------	---------------------------------	-------------	---------------------------------	---------------------------

1.	Нормативно-техническая документация по ЭМС. ЭМС и эффективность использования РЧР. Описание и прогнозирование ЭМО. Характеристики электромагнитной обстановки. Прогнозирование электромагнитной обстановки	6	Устный ответ. Текстовый документ	3
2.	Помехоподавление. Логарифмические относительные характеристики. Уровень помехоустойчивости ИМС. Допустимые уровни радиопомех. Природа электромагнитных влияний и пути их передачи. Противофазные и синфазные помехи. Земля и масса. Описание электромагнитных влияний в частотной и временной областях.	6	Устный ответ. Текстовый документ	5
3.	Диаграмма направленности антенн в области главного лепестка. Диаграмма направленности антенны в области бокового лепестка. Восприимчивость по основному и побочным каналам приема. Блокирование, интермодуляция и перекрестная модуляция.	8	Устный ответ. Текстовый документ	7
4.	Существо и особенности конструкторско-технологических мер. Группирование проводников. Зонирование и группирование элементов РЭС. Компонировка устройств. Экранирование. Основные характеристики экранирования. Эффективность фильтрации. Помехоподавляющие элементы. Монтаж фильтров. Миниатюрные фильтры. Фильтрация цепей питания цифровых узлов.	12	Устный ответ. Текстовый документ	9
5.	Приборы для измерения электромагнитных влияний. Измерительные приемники помех. Спектральные анализаторы. Экспериментальное определение помехоустойчивости	7,8	Устный ответ. Текстовый документ	11
Итого:		39,8		

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1. 8.1 Перечень информационных технологий.

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию учащихся и преподавателей на уровне, позволяющем решать следующие основные задачи:

- обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;
- развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;
- создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Информационные образовательные технологии возникают при использовании средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

- техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);
- программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);
- организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационнокоммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

Характерной черта образовательной среды - возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в он-лайн или

офф-лайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и профессионального роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах профессионального обучения и аспирантских программах.

Разработчики дистанционного образования конкретизируют индивидуализацию образовательного поведения следующим образом, считая, что в дистанционном образовании наиболее ярко проявляются черты личностно-ориентированного способа обучения: гибкость, модульность, доступность, рентабельность, мобильность, охват, технологичность, социальное равноправие, интернациональность.

Важнейшие направления информатизации образования заключаются в следующем:

- реализация виртуальной информационно-образовательной среды на уровне учебного заведения, предусматривающая выполнение комплекса работ по созданию и обеспечению технологии его функционирования;

- системная интеграция информационных технологий в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления;

- построение и развитие единого образовательного информационного пространства.

Навыки пользования информационными технологиями включают в себя:

- базовые навыки (использование клавиатуры, мыши, принтера, операции с файлами и дисками);

- владение стандартным программным обеспечением (обработка текстов, создание таблиц, баз данных и т.д.);

- использование сетевых приложений (электронной почты, Интернета, веббраузеров).

Информационные технологии могут быть использованы при обучении студентов несколькими способами. В самом простом случае реальный учебный процесс идет по обычным технологиям, а информационные технологии применяются лишь для промежуточного контроля знаний студентов в виде тестирования. Этот подход к организации образовательного процесса представляется очень перспективным ввиду того, что при его достаточно широком использовании университет может получить серьезную экономию средств из-за более низкой стоимости проведения сетевого компьютерного тестирования по сравнению с аудиторным.

Применение образовательных информационных ресурсов в качестве дополнения к традиционному учебному процессу имеет большое значение в тех случаях, когда на качественное усвоение объема учебного материала, предусмотренного ГОС, не хватает аудиторных занятий по учебному плану. Кроме того, такая форма организации учебного процесса очень важна при неодинаковой начальной подготовке обучающихся. Размещенные на сервере дистанционные курсы в большой степени способствуют качественному усвоению лекционного материала и последующей успешной сдаче экзамена.

Представляют интерес интегрированные технологии организации учебного процесса, т.е. различные сочетания аудиторных и дистанционных занятий. В этом случае лекторы и преподаватели, ведущие практические и семинарские занятия, до начала семестра составляют и размещают на сервере график учебного процесса, где детально описывают порядок изучения дисциплины в данном семестре. Основной фактический материал, заранее подготовленный лектором и снабженный необходимым количеством иллюстраций и интерактивных элементов, размещается на сервере вместе с методическими рекомендациями по его самостоятельному изучению. Часть же занятий, качественное проведение которых с применением сетевых информационных технологий пока не представляется возможным, планируется аудиторными.

Следует особенно подчеркнуть, что при таком подходе крайне важно обеспечить интенсивный контроль степени усвоения материала. Как правило, по каждой теме предусмотрено большое по объему контрольное задание или контрольное тестирование, кроме того, не реже одного раза в 4-6 недель (что определяется объемом фактического материала) проводится тьюториал.

Тьюториал – это групповое практическое занятие, дополняющие самостоятельные занятия при обучении по дистанционной технологии или технологии комбинированного обучения. Тьютор выясняет возникшие при самостоятельных занятиях проблемы и даёт задания, позволяющие попрактиковаться и освоить новые знания, обменяться опытом с коллегами. На тьюториалах применяются активные методы обучения: групповые дискуссии, деловые игры, тренинги, мозговой штурм. По сути – это лёгкая форма тренинга, в которой под руководством тьютора другие участники помогают освоить полученные знания. На хорошем тьюториале можно устранить пробелы в знаниях, разобраться в непонятных темах и научиться применять полученные самостоятельно знания.

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных технологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учебного процесса:

- становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;
- возрастает интенсивность учебного процесса;
- у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;
- доступность учебных материалов в любое время;
- возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме неограниченное количество раз.

Следует отметить, что по мере накопления образовательных информационных ресурсов дистанционные технологии займут достойное место в образовательном процессе вуза, и станет возможным формирование на их основе разного уровня программ подготовки и переподготовки специалистов.

8.2. Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).
3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation).
6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).

8.3. Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU: <http://www.elibrary.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/window>
3. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета: <http://www.rubricon.com/>
4. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике: <http://www.college.ru/>
5. Каталог научных ресурсов: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
6. Большая научная библиотека: <http://www.sci-lib.com/>
7. Естественно-научный образовательный портал: <http://www.en.edu.ru/catalogue/>
8. Техническая библиотека: <http://techlibrary.ru/>
9. Физическая энциклопедия: <http://www.femto.com.ua/articles/>
10. Академик – Словари и энциклопедии на Академике: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/

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

Успешная реализация преподавания дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» предполагает наличие минимально необходимого для реализации магистерской программы перечня материальнотехнического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет);
- компьютерные классы для проведения практических занятий;
- дисплейный класс с персональными компьютерами для проведения лабораторных групповых занятий;
- описания лабораторных работ по дисциплине «Радиооптика и нанофотоника (часть 2)» с учебно-методическими указаниями к их выполнению;
- программы онлайн-контроля знаний студентов (в том числе программное обеспечение дистанционного обучения);
- наличие необходимого лицензионного программного обеспечения (операционная система MS Windows XP; интегрированное офисное приложение MS Office; система компьютерной математики MATHCAD с пакетами расширений; система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами).

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) WIN-DOWS XP, специализированные лабораторные стенды по курсу «Теория электрорадиосвязи (ТЭС)»
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения специализированные лабораторные стенды по курсу «Теория электрорадиосвязи (ТЭС)»
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) 211С
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, (кабинет) 211С
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

«Мультимедийный класс специальных дисциплин» ауд. 211С		
Практические и лабораторные занятия по дисциплине: Б1.В.ДВ.3.2 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем»	Оборудование и программно-техническое оснащение учебнонаучной лаборатории:	Колво
	Персональные электронновычислительные машины: CPU с частотой более 2,4 ГГц, LCD	12
	Mathcad Среда визуального программирования, сетевая версия	12
	Matlab Среда визуального программирования, сетевая версия	12
	Microsoft Office 2003, 2013	12
	Kaspersky Endpoint Security 10 Антивирусная программа	12
	Windows XP, 7 Операционная система	12
	Соединительные модули, шнуры, кабели	~

	Проектор SANYO PLC-SW20A	1
	Парта (рабочий стол)	16
	Экран проекционный 153х140	1
	Доска белая маркерная	3
	Стулья	25

Рецензия

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» для студентов 4 курса направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (квалификация «бакалавр»)

Рабочая программа включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины. Программа соответствует ООП, рабочему учебному плану направления обучения.

Рабочая программа подготовки бакалавров направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника отвечает специфике будущей профессиональной деятельности выпускников, в том числе научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственнотехнологической деятельности.

В рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» приведены примеры оценочных средств для проведения текущего и промежуточного контроля и критерия оценки уровня знаний обучающихся.

В тематическом плане дисциплины выделены следующие составляющие: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов, что отвечает требованию ФГОС ВО.

В рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» содержание соответствует поставленным целям обучения, современному уровню и тенденциям развития науки и производства. Содержания разделов являются оптимальными в соответствии с распределением по видам занятий и трудоемкости в часах. Четко сформулированы планируемые результаты обучения: приобретаемые знания, умения, общие и профессиональные компетенции. Рабочая программа направлена в целом на формирование практических навыков, развития в студентах творческого подхода и системного мышления, достижения навыков исследователя и разработчика.

Таким образом, рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Нанотехнология в электронике» (квалификация «бакалавр») и

может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания», кандидат физико-математических наук _____ А.В. Шевченко

29

Рецензия

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» для студентов 4 курса направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (квалификация «бакалавр»).

Программу подготовил кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры оптоэлектроники физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ» Аванесов Владимир Михайлович.

Рабочая программа включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины.

В рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Электромагнитная совместимость электронных и радиоэлектронных систем» указаны примеры оценочных средств для контроля результатов обучения. В тематическом плане дисциплины выделены следующие составляющие: лекции, практические занятия, лабораторные занятия и самостоятельная работа студентов, отвечающие требованиям образовательного стандарта.

Рабочая программа подготовки бакалавров направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника отвечает специфике будущей профессиональной деятельности выпускников, в том числе научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственнотехнологической деятельности.

Образовательные технологии характеризуются не только общепринятыми формами, но и выполнением индивидуальных практических заданий и контрольных работ, интернеттестированием учащихся, использованием интерактивных лекций с мультимедийной системой и активным вовлечением студентов в учебный процесс, использованием лекций с проблемным изложением, обсуждением сложных и дискуссионных вопросов и проблем, проведением компьютерных занятий в режимах взаимодействия «преподаватель – студент»,

«студент – преподаватель», «студент – студент», открытой интерактивной защите лабораторной работы на выступлении перед аудиторией сокурсников

Таким образом, рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль «Нанотехнология в электронике» (квалификация «бакалавр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий физико-технического
факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»,

доктор физико-математических наук, профессор

_____ Г.Ф. Копытов