

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»

Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«М.1.1.5 Теория электромагнитной совместимости
радиоэлектронных средств и систем»

направления подготовки

«11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль 1 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

форма обучения – заочная
курс – 2
семестр – 4
зачетных единиц – 5
всего часов – 180,
в том числе:
лекции – 8
практические занятия – 26
лабораторные занятия – 0
самостоятельная работа – 146
зачет – нет
экзамен – 4 семестр
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет
контрольная работа – 4 семестр

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: формирование у студентов необходимых для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии компетенций, связанных с изучением основных принципов, методов и средств, обеспечивающих способность радиоэлектронных средств и систем (РЭСиС) и их составных частей функционировать совместно и одновременно с другими техническими средствами, обладающими определенными электромагнитными свойствами, в условиях влияния непреднамеренных электромагнитных помех (НЭМП), не создавая при этом недопустимых помех этим средствам.

Задачи изучения дисциплины: приобретение студентами знаний, навыков и умений, связанных с формируемыми компетенциями и позволяющих реализовывать принципы построения РЭСиС с учетом процессов, обусловленных электромагнитным взаимодействием их элементов при наличии НЭМП, а также методов и способов обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) на различных иерархических уровнях; изучить принципы, методы и средства анализа показателей ЭМС РЭСиС; освоить основные направления обеспечения ЭМС РЭСиС; получить представления об организационных аспектах, нормативных документах и измерениях в области ЭМС РЭСиС.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» основывается на умениях и компетенциях, приобретенных студентами при изучении дисциплин: «Методы моделирования и оптимизации», «Нанотехнологии в радиотехнических устройствах инфокоммуникационных систем», «Анализ и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем», «Проектирование элементов устройств и систем СВЧ техники», «Автоматизация проектирования радиотехнических устройств систем связи», «Цифровая обработка сигналов и защита информации», «Глобальные радиотехнические системы навигации и локации». В свою очередь компетенции, приобретенные студентами при изучении данной дисциплины, востребованы при изучении таких дисциплин, как «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем», «Построение сетей нового поколения», «Радиотехнические устройства связи на основе нелинейных и параметрических явлений», «Основы теории кодирования и шифрования в современных РТС», «Цифровая связь», при выполнении научно-исследовательской работы, прохождении научно-производственной и педагогической практик, а также выполнении выпускных квалификационных работ.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компе-

тенций: ОПК-4 (способность реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации); ПК-8 (готовность использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС).

Студент должен знать: основные виды НЭМП, их классификацию и методы борьбы с ними; основную нормативно-техническую документацию (НТД) в области ЭМС РЭСиС; основные принципы, методы и средства обеспечения ЭМС РЭСиС на внутриаппаратурном, внутрисистемном и межсистемном уровнях; методы анализа и синтеза сетей связи с учетом требований обеспечения ЭМС; основы техники измерений в области ЭМС РЭСиС.

Студент должен уметь: учитывать требования обеспечения ЭМС на всех этапах проектирования РЭСиС; реализовывать принципы построения инфокоммуникационных систем (ИКС) и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации с учетом требований обеспечения ЭМС; проводить расчет основных параметров и характеристик ЭМС РЭСиС; выбирать методы и средства измерений параметров и характеристик ЭМС РЭСиС.

Студент должен владеть: навыками участия в процедурах назначения, распределения и использования радиочастотного спектра наиболее эффективным образом, работах по планированию, назначению и учету рабочих частот, выдаче разрешений на использование частот и контролю их; проектирования РЭС сетей связи с учетом факторов, оказывающих влияние на их ЭМС; работы с НТД в области ЭМС РЭС ИКС; использования современных достижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методов проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ЭМС РЭСиС.

3. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 семестр									
1	1, 2	1	Классификации НЭМП и основные принципы	14					14

			обеспечения ЭМС РЭСиС						
1	3–6	2	Обеспечение ЭМС РЭСиС с применением электромагнитных экранов	26				4	22
2	7, 8	3	Обеспечение ЭМС РЭСиС с применением фильтрации	26				4	22
2	9, 10	4	Обеспечение ЭМС РЭСиС с применением систем заземления	28	2			4	22
2	11–14	5	Обеспечение ЭМС линий связи РЭСиС	28	2			4	22
3	15, 16	6	Обеспечение ЭМС в системах связи различного назначения	28	2			4	22
3	17, 18	7	Методы и средства измерений характеристик ЭМС РЭСиС	28	2			4	22
Всего				180	8			24	108

4. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
4	2	4	Обеспечения ЭМС РЭСиС с применением систем заземления. Основные сведения о системах заземления. Принципы построения систем заземления. Основные схемы систем заземления	[1–7, 35]
5	2	5	Обеспечение ЭМС в линиях связи (ЛС) РЭСиС. Особенности проектирования ЛС с позиций внутриаппаратурной ЭМС. Квазистатические модели для расчета электрофизических параметров ЛС. Расчет электрофизических параметров ЛС. Помехи в одиночных ЛС. Индуцированные помехи в ЛС	[1–7, 35]
6	2	6	Обеспечение ЭМС в системах связи различного назначения. Энергетические оценки некоторых параметров систем связи. Обеспечение ЭМС в системах подвижной радиосвязи (ПРС). Обеспечение ЭМС в системах спутниковой связи (СС). Обеспечение	[3, 8, 9, 11, 35]

			ЭМС в системах радиорелейных линий связи (РРЛС)	
7	2	7	Методы и средства измерений характеристик ЭМС РЭСиС. Экспериментальные методы определения характеристик ЭМС РЭСиС. Измерение параметров и характеристик НЭМП. Средства измерений характеристик ЭМС РЭСиС. Основные сведения об экранированных помещениях и испытательных камерах	[1–4, 6, 7, 10, 15, 19, 35]

6. Содержание коллоквиумов

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	4	1-2	Расчет параметров и характеристик электромагнитных полей и волн в различных средах. 1. Изучение основных параметров и характеристик электромагнитных полей и волн. 2. Решение задач, связанных распространения ЭМВ в однородных средах. 3. Решение задач, связанных распространения ЭМВ в неоднородных средах	[1–7, 12, 16, 17, 19, 35]
3	4	3-4	Расчет параметров и характеристик помехоподавляющих фильтров. 1. Изучение особенностей расчета параметров и характеристик помехоподавляющих фильтров. 2. Изучение принципа действия, эквивалентных схем замещения и конструктивного исполнения помехоподавляющих фильтров. 3. Расчет эффективности фильтрации помехоподавляющих фильтров. 4. Изучение принципа действия, эквивалентных схем замещения и конструктивного исполнения емкостных поме-	[1–7, 35]

			<p>хороподавляющих элементов.</p> <p>5. Расчет параметров и характеристик емкостных помехоподавляющих элементов.</p> <p>6. Изучение принципа действия, эквивалентных схем замещения и конструктивного исполнения индуктивных помехоподавляющих элементов.</p> <p>7. Расчет параметров и характеристик индуктивных помехоподавляющих элементов</p>	
4	4	5-6	<p>Расчет параметров и характеристик систем заземления.</p> <p>1. Изучение основных принципов построения систем заземления.</p> <p>2. Анализ разновидностей схем систем заземления.</p> <p>2. Расчет параметров и характеристик систем заземления</p>	[1–7, 35]
5	4	7-8	<p>Расчет параметров и характеристик ЭМС в линиях связи РЭСиС.</p> <p>1. Решение задач, связанных с построением математических моделей линий связи.</p> <p>2. Квазистатический расчет электрофизических параметров линий связи.</p> <p>3. Расчет электрофизических параметров проводного монтажа.</p> <p>4. Расчет электрофизических параметров печатного монтажа</p>	[3, 35]
6	4	9-10	<p>Расчет параметров и характеристик ЭМС в системах связи различного назначения.</p> <p>1. Изучение энергетических оценок некоторых параметров систем связи.</p> <p>2. Решение задач, связанных с обеспечением ЭМС в системах ПРС.</p> <p>3. Решение задач, связанных с обеспечением ЭМС в системах СС.</p> <p>4. Решение задач, связанных с обеспечением ЭМС в системах РРЛС</p>	[3, 8, 9, 11, 35]
7	4	11-12	<p>Расчет параметров и характеристик средств измерений в области ЭМС РЭСиС.</p>	[3, 8, 9, 11, 35]

		1. Изучение методов и средств измерений в области ЭМС. 2. Решение задач, связанных с измерениями НЭМП. 3. Расчет параметров и характеристик экранированных помещений и испытательных камер	
--	--	--	--

8. Перечень лабораторных работ

Не предусмотрены учебным планом.

9. Задание для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	5
1	2	Научно-технические направления в исследовании ЭМС	[7]
1	2	Стандартизация в области ЭМС в отечественной и зарубежной практике	[7]
1	2	Технический регламент «Об электромагнитной совместимости»	[7]
1	4	Нормирование параметров и характеристик НЭМП и ЭМС в РФ	[7]
1	4	Нормирование параметров и характеристик НЭМП и ЭМС в странах Евросоюза	[1, 2]
2	4	Характеристики электромагнитного поля и особенности СВЧ-диапазона	[12, 14, 17, 19]
2	6	Распространение электромагнитных волн в однородных и неоднородных средах	[12, 19]
2	6	Материалы для изготовления экранов	[1, 2, 3, 5, 7]
2	6	Конструкции электромагнитных экранов РЭС	[1, 2, 3, 5, 7]
3	6	Серийные помехоподавляющие электрорадиокомпоненты	[3, 5]
3	8	Подавление несимметричной помехи в двухпроводной линии	[3, 5]
3	8	Фильтрация помех в цепях питания цифровых устройств	[3, 5]
4	6	Заземление и ЭМС	[3, 7]
4	8	Примеры схем заземления	[3, 7]
4	8	Особенности построения систем заземления на подвижных объектах	[3]

5	4	Искажения сигнала в ЛС	[3]
5	6	Вопросы согласования ЛС	[3]
5	6	Методы уменьшения перекрестных помех в ЛС	[3]
5	6	Рекомендации по конструированию ЛС	[3]
6	4	Земные и космические станции радиосвязи	[3]
6	6	Классификации космических радиослужб	[3]
6	6	Глобальные космические системы радиосвязи	[3]
6	6	Расчет космической линии радиосвязи	[3]
7	4	Измерение напряженности электромагнитного поля и плотности потока мощности	[3]
7	6	Радиоприемные устройства средств радио-контроля	[3]
7	6	Многофункциональные комплексы автоматизированного радиоконтроля	[3]
7	6	Защита персонала от воздействия электромагнитных полей	[10]

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом.

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом.

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

13.1. Этапы формирования компетенций

Компетенция		Этапы формирования
ОПК-4	Знания	Последовательно во время изучения дисциплины, по мере прослушивания лекций
	Умения	Последовательно по мере решения задач на практических занятиях и выполнения заданий для самостоятельной работы, полученных в ходе выполнения лабораторных работ
	Навыки	Итерационно при отработке вопросов на практических занятиях, самостоятельной работе и коллоквиумах

ПК-8	Знания	Последовательно во время изучения дисциплины по мере прослушивания лекций
	Умения	Последовательно по мере решения задач на практических занятиях и выполнения заданий для самостоятельной работы, полученных в ходе выполнения лабораторных работ
	Навыки	Итерационно при отработке вопросов на практических занятиях, самостоятельной работе и коллоквиумах

13.2. Формы контроля сформированности компетенций

Виды аттестации	Оцениваемые компетенции	Темы	Форма оценочных средств
Входной контроль	ОПК-4	Основные принципы обеспечения ЭМС РЭСиС и классификация НЭМП	Контрольная работа
Текущий контроль	ОПК-4, ПК-8	Все разделы	Коллоквиумы, отчёты по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов
Межсессионная аттестация	ОПК-4, ПК-8	Классификации НЭМП и основные принципы обеспечения ЭМС РЭСиС. Обеспечение ЭМС РЭСиС с применением электромагнитных экранов. Обеспечение ЭМС РЭСиС с применением фильтрации	Коллоквиум, отчёты по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов
Промежуточная аттестация – экзамен	ОПК-4, ПК-8	Все разделы	Собеседование по экзаменационным вопросам или тестирование с применением аттестационно-педагогических измерительных материалов

13.3. Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка	Компетенция		Критерии сформированности
«удовлетворительно»	ОПК-4	Знания	Знания основного учебно-программного материала по изучаемой дисциплине, способствующие реализации новых принципов построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии в рамках формируемой компетенции
		Умения	Умения решать типовые задачи по расчету основных параметров и характеристик ЭМС РЭСиС, способствующие реализации новых принципов построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, по большинству тем изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на достаточном уровне освоения
		Навыки	Навыки разработки РЭСиС с учетом их ЭМС, способствующие реализации новых принципов построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, по большинству тем изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на достаточном уровне освоения
	ПК-8	Знания	Знания основного учебно-программного материала изучаемой дисциплины, связанные с готовностью использовать современные достижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии в рамках формируемой компетенции
		Умения	Умения проводить расчеты параметров и характеристик ЭМС РЭСиС, связанные с готовностью использовать современные достижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методы проведения

			теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, по большинству тем изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на достаточном уровне освоения
		Навыки	Навыки проектирования РЭСиС с учетом их ЭМС, связанные с готовностью использовать современные достижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, по большинству тем изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на достаточном уровне освоения
«хорошо»	ОПК-4	Знания	Знания основного учебно-программного материала по изучаемой дисциплине, способствующие реализации новых принципов построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, необходимые для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии в полном объеме в рамках формируемой компетенции
		Умения	Умения решать типовые задачи по расчету основных параметров и характеристик ЭМС РЭСиС, способствующие реализации новых принципов построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, по темам изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на хорошем уровне освоения
		Навыки	Навыки разработки РЭСиС с учетом их ЭМС, способствующие реализации новых принципов построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, по темам изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на хорошем уровне освоения
	ПК-8	Знания	Знания основного учебно-программного материала изучаемой дисциплины, связанные с готовностью использовать современные до-

			стижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, необходимые для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии в полном объеме в рамках формируемой компетенции
		Умения	Умения проводить расчеты параметров и характеристик ЭМС РЭСиС, связанные с готовностью использовать современные достижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, по темам изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на хорошем уровне освоения
		Навыки	Навыки проектирования РЭСиС с учетом их ЭМС, связанные с готовностью использовать современные достижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, по темам изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на хорошем уровне освоения
«отлично»	ОПК-4	Знания	Всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала изучаемой дисциплины, способствующие реализации новых принципов построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, необходимые для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии в рамках формируемой компетенции
		Умения	Умения решать типовые задачи по расчету основных параметров и характеристик ЭМС РЭСиС, способствующие реализации новых принципов построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, по темам изучаемой дис-

			циплины в рамках формируемой компетенции на высоком уровне освоения
		Навыки	Навыки разработки РЭСиС с учетом их ЭМС, способствующие реализации новых принципов построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации, по темам изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на высоком уровне освоения
	ПК-8	Знания	Всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала изучаемой дисциплины, связанные с готовностью использовать современные достижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, необходимые для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии в рамках формируемой компетенции
		Умения	Умения проводить расчеты параметров и характеристик ЭМС РЭСиС, связанные с готовностью использовать современные достижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, по темам изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на высоком уровне освоения
		Навыки	Навыки проектирования РЭСиС с учетом их ЭМС, связанные с готовностью использовать современные достижения науки и передовых инфокоммуникационных технологий, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, по темам изучаемой дисциплины в рамках формируемой компетенции на высоком уровне освоения

13.4. Контрольные вопросы для оценки степени усвоения дисциплины

1. Что изучает дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем», и какое место она занимает среди других наук?
2. Перечислите основные аспекты научно-технического направления «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем».
3. Дайте определение понятиям «электромагнитная совместимость», «непреднамеренная электромагнитная помеха», «рецептор», «электромагнитная обстановка», «радиочастотный ресурс».
4. Проведите классификацию непреднамеренных электромагнитных помех и опишите их основные параметры и характеристики.
5. Поясните основные положения технического регламента «Об электромагнитной совместимости».
6. В чем отличие нормирования параметров и характеристик непреднамеренных электромагнитных помех и электромагнитной совместимости в нашей стране и за рубежом?
7. Опишите особенности стандартизации в области электромагнитной совместимости в отечественной и зарубежной практике.
8. Поясните особенности распространения электромагнитных волн в однородных и неоднородных средах.
9. Дайте определение основным параметрам и характеристикам электромагнитных экранов и поясните их.
10. Перечислите основные методы теоретического анализа электромагнитных экранов и дайте краткую характеристику каждому из них.
11. Сформулируйте основные принципы расчета параметров и характеристик электромагнитных экранов волновым методом.
12. Опишите особенности экранирования квазиэлектро- и магнитостатических полей.
13. Поясните механизмы, действующие при экранировании электромагнитных волн.
14. Опишите основные виды конструкций электромагнитных экранов.
15. Какие материалы используются для изготовления электромагнитных экранов?
16. Как влияют стыки и отверстия на эффективность экранирования?
17. Опишите основные принципы анализ эффективности подавления помех фильтрами.
18. Приведите примеры схем помехоподавляющих фильтров и поясните их.
19. Запишите с помощью матричных коэффициентов выражение для расчета эффективности фильтрации индуктивно-емкостного помехоподавляющего фильтра и проанализируйте его.
20. Определите эффективность фильтрации простейших видов индуктивно-емкостных фильтров.
21. Приведите эквивалентные схемы замещения емкостных помехоподавляющих элементов и поясните, чем ограничена их рабочая частота.
22. Приведите эквивалентные схемы замещения индуктивных поме-

хоподавляющих элементов и поясните, чем ограничена их рабочая частота.

23. Опишите основные способы и средства подавления несимметричной помехи в двухпроводной линии.

24. Дайте рекомендации для снижения уровня помех в цепях питания цифровых устройств.

25. Опишите назначение и основные принципы построения систем заземления.

26. Приведите основные схемы систем заземления и объясните их преимущества и недостатки.

27. Каковы особенности построения схем заземления на подвижных объектах?

28. Сформулируйте с позиций обеспечения внутриаппаратурной электромагнитной совместимости основные этапы конструирования линий связи.

29. Какие модели применяются для анализа электрофизических параметров линий связи.

30. Запишите квазистатические выражения для расчета электрофизических параметров линий связи РЭСиС и поясните их.

31. Помехи в одиночных линиях связи РЭСиС.

32. В чем отличие электрически коротких линий связи от электрически длинных?

33. Опишите электрофизические параметры основных разновидностей линий связи.

34. Объясните механизм возникновения помех в электрически коротких линиях связи.

35. Сформулируйте причины искажения сигнала в линиях связи.

36. Опишите метод анализа переходных процессов в длинной линии связи с нелинейными нагрузками?

37. Как осуществляются выбор и оптимизация волнового сопротивления линии связи?

38. Сформулируйте причины возникновения индуцированных помех в линиях связи.

39. Перечислите основные взаимные электрические параметры линий связи и поясните их.

40. Проанализируйте механизмы возникновения помех во взаимодействующих линиях связи.

41. Опишите методику анализа механизмов возникновения индуцированных помех в электрически коротких линиях связи.

42. Какие методы используются для уменьшения перекрестных помех в линиях связи?

43. Опишите методику анализа механизмов возникновения индуцированных помехи в электрически длинных линиях связи.

44. Дайте рекомендации по конструированию линий связи.

45. Какие энергетические показатели используются для оценки параметров систем связи?

46. Опишите методы и средства обеспечения электромагнитной совме-

стимости в системах подвижной радиосвязи.

47. Проведите классификацию земные и космических станций радиосвязи.

48. Как функционируют глобальные космические системы радиосвязи?

49. Опишите принципы расчета космической линии радиосвязи.

50. Какие методы и средства используются для обеспечения электромагнитной совместимости в системах спутниковой связи?

51. Поясните особенности обеспечения электромагнитной совместимости в системах радиорелейных линий связи.

52. Опишите основные экспериментальные методы определения характеристик электромагнитной совместимости.

53. Какие средства применяются для измерений параметров характеристик электромагнитной совместимости?

54. Опишите методику измерения напряженности электромагнитного поля и плотности потока мощности.

55. Как функционируют автоматизированные многофункциональные комплексы измерения характеристик ЭМС?

56. Опишите принцип действия радиоприемных устройств средств радиоуправления.

57. Основные сведения об экранированных помещениях и испытательных камерах.

58. Опишите основные принципы построения и функционирования безэховых камер.

59. Сформулируйте основные принципы построения и функционирования Т-камер.

60. Как осуществляется защита персонала от воздействия электромагнитных полей?

13.5. Вопросы для экзамена

1. Краткий исторический очерк развития научно-технического направления ЭМС РЭСиС.

2. Основные принципы, понятия и определения в области ЭМС РЭСиС.

3. Источники, рецепторы и классификация НЭМП.

4. Нормативно-техническая документация в области ЭМС РЭСиС.

5. Основные аспекты обеспечения ЭМС при разработке РЭСиС.

6. Электромагнитное поле и факторы, определяющие характеристики и условия его распространения. Особенности СВЧ-диапазона.

7. Распространение ЭМВ в однородных и неоднородных средах.

8. Основные параметры и характеристики экранирования.

9. Методы теоретического анализа электромагнитных экранов.

10. Волновой метод анализа электромагнитных экранов.

11. Экранирование электромагнитного поля.

12. Экранирование электрического поля.

13. Экранирование магнитного поля.

14. Выбор материалов для изготовления экранов.
15. Виды конструкций электромагнитных экранов.
16. Влияние стыков и отверстий на эффективность экранирования.
17. Анализ эффективности подавления помех фильтрами.
18. Схемы основных видов помехоподавляющих фильтров.
19. Расчет эффективности фильтрации различных видов помехоподавляющих фильтров.
20. Эквивалентные схемы замещения серийных помехоподавляющих элементов.
21. Анализ эффективности фильтрации серийных помехоподавляющих элементов.
22. Подавление несимметричной помехи в двухпроводной линии.
23. Фильтрация помех в цепях питания цифровых устройств.
24. Принципы построения систем заземления.
25. Основные схемы систем заземления.
26. Особенности построения схем заземления на подвижных объектах.
27. Особенности обеспечения ЭМС в линиях связи РЭСиС.
28. Квазистатические модели линий связи РЭСиС.
29. Расчет электрофизических параметров линий связи РЭСиС.
30. Помехи в одиночных линиях связи РЭСиС.
31. Короткие и длинные линии связи РЭСиС.
32. Параметры некоторых внутриаппаратурных линий связи.
33. Помехи в коротких линиях связи РЭСиС.
34. Искажения сигнала в линиях связи РЭСиС.
35. Длинная линия связи с нелинейными нагрузками.
36. Вопросы согласования линий связи РЭСиС.
37. Причины и механизмы возникновения индуцированных помех в линиях связи РЭСиС.
38. Взаимные электрические параметры линий связи РЭСиС.
39. Помехи во взаимодействующих линиях связи РЭСиС.
40. Индуцированные помехи в коротких линиях связи РЭСиС.
41. Методы уменьшения перекрестных помех в линиях связи РЭСиС.
42. Индуцированные помехи в длинных линиях связи РЭСиС.
43. Особенности конструирования линий связи РЭСиС.
44. Энергетические оценки некоторых параметров систем связи.
45. Методы и средства обеспечения ЭМС в системах подвижной радиосвязи.
46. Методы и средства обеспечения ЭМС в системах спутниковой связи.
47. Методы и средства обеспечения ЭМС в системах радиорелейных линий связи.
48. Экспериментальные методы определения характеристик ЭМС.
49. Средства измерений характеристик ЭМС.
50. Автоматизированные многофункциональные комплексы измерения характеристик ЭМС.
51. Основные сведения об экранированных помещениях и испытатель-

ных камеры.

52. Основные принципы построения и функционирования безэховых камер.

53. Основные принципы построения и функционирования Т-камер.

14. Образовательные технологии

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, коллоквиумов, практических занятий и руководство самостоятельной работой студентов. Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийных технологий. Практические занятия проводятся в активной (выполнение практических заданий) и в интерактивной форме (компьютерное моделирование, мозговой штурм, разбор практических задач, обсуждение). Для студентов в качестве самостоятельной работы предлагается подготовка рефератов, докладов и сообщений.

14.1. Формы используемых образовательных технологий

Образовательные технологии	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	СРС
Информационно-развивающие технологии	+	+	+	+
Практико-ориентированные технологии		+	+	+
Развивающие проблемно-ориентированные технологии	+	+	+	+
Личностно-ориентированные технологии		+		

14.2. Интерактивные формы обучения

№ модуля	Применение технологии интерактивного обучения	Количество часов
1	Практические занятия. Работа в команде. Самостоятельная работа студентов. Подготовка и отчет по коллоквиумам. Дискуссия.	12
2	Практические занятия. Работа в команде. Самостоятельная работа студентов. Подготовка и отчет по коллоквиумам. Дискуссия.	15

3	Практические занятия. Работа в команде. Самостоятельная работа студентов. Подготовка и отчет по коллоквиумам. Дискуссия.	10
---	--	----

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

15.1. Основная литература по дисциплине

1. Вагин Г. Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов, А. А. Севостьянов . – М.: ИЦ «Академия», 2010. – 224 с.: ил.; 22 см. – (Высшее профессиональное образование). – Гриф: допущено УМО по образованию в обл. энергетики и электротехники в качестве учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. «Электроэнергетика». – Имеется электронный аналог печатного издания. – Экземпляры всего: 23.

2. Вагин Г. Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс]: учебник / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов, А. А. Севостьянов. – Электрон. текстовые дан. – М. : ИЦ «Академия», 2010. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – (Высшее профессиональное образование). – Систем. требования: Pentium II, 128 Мб ОЗУ, Windows 98/2000/ME/XP/Vista/7, CD/DVD ROM, Adobe Acrobat Reader. – Загл. с контейнера. – Гриф: допущено УМО по образованию в обл. энергетики и электротехники в качестве учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. «Электроэнергетика». – Диск помещен в контейнер 14X19 см. – Электронный аналог печатного издания. – Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/Ld_136.pdf.

3. Ефанов В. И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Ефанов, А. А. Тихомиров – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 228 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14033.html>.

4. Жежеленко И. В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. В. Жежеленко, М. А. Короткевич– Электрон. текстовые данные. – Мн.: Вышэйшая школа, 2012. – 197 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20304.html>.

5. Муромцев Д. Ю. Конструирование узлов и устройств электронных средств: учеб. пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 540 с. – (Высшее образование). – Гриф: рек. УМО вузов РФ по образованию в обл. радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обучающихся по направлениям 210000 «Конструирование и технология электронных средств», 210400 «Радиотехника». – ФГОС 3 поколения. – Экземпляры всего: 2.

6. Шаманов В. И. Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Шаманов – М.: Учебно-методический центр по образованию на же-

лезнодорожном транспорте, 2013. – 244 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26847.html>.

7. Яковлев В. Н. Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта [Электронный ресурс]: допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / Яковлев В. Н. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI78.html>

15.2. Дополнительная литература по дисциплине

8. Андреев В. А. Направляющие системы электросвязи. Теория передачи и влияния. Том 1 [Электронный ресурс]: учебник/ В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Кочановский Л. Н. – Электрон. текстовые данные.– М.: Горячая линия – Телеком, 2011.– 424 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12003.html>.

9. Андреев В. А. Направляющие системы электросвязи. Проектирование, строительство и техническая эксплуатация. Том 2 [Электронный ресурс]: учебник/ В. А. Андреев, А. В. Бурдин, Л. Н. Кочановский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010.– 424 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12004.html>.

10. Аполлонский С. М. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. М. Аполлонский, Т. В. Каляда, Б. Е. Синдаловский – СПб.: Политехника, 2012.– 263 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15888.html>.

11. Артюшенко В. М. Цифровые сети доступа технологии xDSL [Электронный ресурс] / В. М.Артюшенко, Н. В. Белянина. – М.: Современная гуманитарная академия, 2010. – 210 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16910.html>.

12. Боков Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. А.Боков, В. А. Замотринский, А. Е. Мандель – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 301 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13874.html>.

13. Веерпалу В. Э. Управление использованием радиочастотного спектра. Конверсия и экономика [Электронный ресурс]: монография / В. Э. Веерпалу, Е. Е. Володина, Е. Е. Девяткин – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 184 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12059.html>.

14. Виноградов А. Ю. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Ю. Виноградов, Р. В. Кабетов, А. М. Сомов – М.: Горячая линия – Телеком, 2012.– 440 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12063.html>.

15. Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях [Элек-

тронный ресурс] – Электрон. текстовые данные.– М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2014.– 76 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22699.html>.

16. Теория и техника СВЧ [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Астайкин и др. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2008.– 464 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18460.html>.

17. Шпилевой А. А. Теория антенно-фидерных устройств систем связи [Электронный ресурс]. Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. 114 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23936.html>.

18. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс] – М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012. – 32 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22778.html>.

19. Электродинамика и распространение радиоволн: учеб. пособие / Д. Ю. Муромцев и др. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2014. – 448 с. – Экземпляры всего: 30.

15.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

20. Особенности инженерного расчета однородных экранов: метод. указания к практ. занятию / Саратов. гос. техн. ун-т; сост. А. А. Скворцов. – Саратов: СГТУ, 2008. – 22 с. – Имеется электронный аналог печатного издания. – Экземпляры всего: 5.

21. Особенности инженерного расчета однородных экранов: метод. указания к практ. занятию / Саратов. гос. техн. ун-т; сост. А. А. Скворцов. – Саратов: СГТУ, 2008. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: 128 МБ ОЗУ; 4x CD-ROM дисковод; Microsoft Office 2003 и выше; ПК Pentium III или выше. – Загл. с контейнера. – Электронный аналог печатного издания. – Диск помещен в контейнер 14x12 см. – Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/zak251_08.pdf

15.4. Периодические издания

22. Радиотехника: науч.-техн. журнал. М.: Радиотехника, 1937. – Выходит ежемесячно. – ISSN 0033-8486. – Зарегистрированы поступления: 1990 – 1996, 1998 – 2012.

23. Успехи современной радиоэлектроники: науч.-техн. журн. М.: Радиотехника, 1947. – Выходит ежемесячно. – ISSN 2070-0784. – Зарегистрированы поступления: 2008 – 2012.

24. Электромагнитные волны и электронные системы: междунар. науч.-техн. журнал. – М.: Радиотехника, 1996. – Выходит ежемесячно. – ISSN 1560-4128. – Зарегистрированы поступления: 2008 – 2012.

15.5. Интернет-ресурсы

25. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. – Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/801/56801/files/malkov_.pdf

26. Общероссийский Классификатор Стандартов. 33.100 – Электромагнитная совместимость (ЭМС). – Режим доступа: <http://gostbase.ru/oks/33.100>

27. Электромагнитная совместимость. – Режим доступа: <http://www.symmetron.ru/suppliers/infineon/files/pdf/infineon/INF13.pdf>

28. Электромагнитная совместимость технических средств, используемых на промышленных предприятиях. – Режим доступа: <http://www.dipaul.ru/catalog/EMC/>

29. Оборудование для испытаний на ЭМС. – Режим доступа: <http://www.dipaul.ru/catalog/EMC/>

30. Проблемы информационного обеспечения электромагнитной совместимости. – Режим доступа: <http://www.pvlast.ru/archive/index.581.php>

31. Электромагнитная совместимость: безопасность электронных систем и аппаратуры, защита окружающей среды и здоровья человека. – Режим доступа: <http://www.electronics.ru/journal/article/1532>

32. Электромагнитная совместимость источников вторичного питания. Фильтрация и модульные решения. – Режим доступа: <http://www.electronics.ru/journal/article/3871>

33. Безэховые камеры. – Режим доступа: http://antemc.ru/catalog/bezehovye-kamery/ekranirovannye-kamery-lyubyr-raz_65.html

34. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике. – Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/133/75133/files/Uch_pos_Kharlov.pdf

15.6. Источники ИОС

35. Учебно-методический комплекс по дисциплине «М.1.1.5 Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» для магистрантов направления подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» очной формы обучения в ИОС СГТУ (ФГОС-3). – Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/RT/11.04.02/M.1.1.5/default.aspx>

15.7. Профессиональные Базы Данных

36. Электронная библиотека диссертаций Российской Государственной Библиотеки. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru/>.

37. ЭБС «Book». – Режим доступа: <http://www.book.ru/>.

38. ЭБС znanium.com издательства «ИНФРА-М». – Режим доступа: <http://www.znanium.com/>.

39. ЭБС «Лань – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

40. Библиотека по естественным наукам РАН. – Режим доступа: <http://www.benran.ru>.

41. Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ России). – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>.

42. Российская государственная библиотека. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>.

43. Библиотека ГОСТов. – Режим доступа: <http://vsegost.com>

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторная аудитория второго корпуса СГТУ имени Гагарина Ю. А., которая оснащена мультимедиапроектором, лабораторным оборудованием и персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет. Помещение соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности и охраны труда при проведении учебных, научно-исследовательских и научно-производственных работ.