

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет технологии, транспорта и связи

Кафедра Физики и техники связи

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Лесков А.В.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.05. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем

на 180 часа(ов), 5 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 11.04.02 – Инфокоммуникационные
технологии и системы связи

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Магистерская программа – Оптические системы локации, связи и обработки информации
(для набора 2016, 2017)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Приобретение знаний, навыков и умений по анализу электромагнитной обстановки, выявлению путей проникновения помех, выбору помехоподавляющих устройств, испытанию оборудования на помехоустойчивость, применение полученных знаний в практической деятельности, изучение причин возникновения, воздействия и методов уменьшения непреднамеренных электромагнитных помех различного происхождения.

Задачи изучения дисциплины:

- ~ формирование у студентов целостной системы знаний об электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств (далее – РЭС), как отдельной системы, обеспечивающей полноценное функционирование РЭС;
- ~ раскрытие понятийного и терминологического аппарата теории электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем;
- ~ изучение методов оценки восприимчивости к электромагнитным помехам радиоэлектронной аппаратуры;
- ~ изучение методов прогнозирования электромагнитной совместимости РЭС различного назначения и различной ведомственной принадлежности;
- ~ изучение методов эффективных мер защиты РЭС от электромагнитных помех;
- ~ освоение мер, обеспечивающих защиту окружающей среды от электромагнитного загрязнения.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина относится к базовой части учебного плана подготовки магистра по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (Б1.Б). Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: математика, физика, теория электрической связи, теория электрических цепей. В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для ряда других дисциплин профессионального блока, в первую очередь, для дисциплин вариативной части различных профилей, в частности: «Стандарты и технологии управления сетями связи», «Оптоэлектронные каналы передачи информации», «Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем», «Проектирование оптоэлектронных приборов, устройств и систем».

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	
	1 семестр	Всего часов
Общая трудоемкость		180
Аудиторные занятия, в т.ч.	36	36
лекционные (ЛК)	18	18
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0

лабораторные (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	
	1 семестр	Всего часов
Общая трудоемкость		180
Аудиторные занятия, в т.ч.	26	26
лекционные (ЛК)	10	10
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
лабораторные (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа студентов (СРС)	118	118
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-1	Способность к разработке моделей различных технологических процессов и проверке их адекватности на практике, готовность использовать пакеты прикладных программ анализа и синтеза инфокоммуникационных систем, сетей и устройств

ПК-2	Готовность осваивать принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности разрабатываемых и используемых сооружений, оборудования и средств инфокоммуникаций
ПК-3	Способность к проектированию, строительству, монтажу и эксплуатации технических средств инфокоммуникаций, направляющих сред передачи информации
ПК-4	Способность к разработке методов формирования и обработки сигналов, систем коммутации синхронизации и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах
ПК-5	Способность использовать современную элементную базу и схемотехнику устройств инфокоммуникаций
ПК-6	Способность разрабатывать прогрессивные методы технической эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств
ПК-7	Готовность к участию в осуществлении в установленном порядке деятельности по сертификации технических средств и услуг инфокоммуникаций

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	<p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) теоретические основы электродинамики, принципы математического описания электромагнитных явлений, концепции и модельные приближения; 2) основные виды непреднамеренных ЭМП, их классификацию и методы борьбы с ними; 3) основную нормативно-техническую документацию (НТД) в области ЭМС РЭС.
	<p>Стандартный:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) принципы работы, характеристики и параметры радиотехнических и оптоэлектронных элементов, приборов и систем; 2) основные принципы, методы и средства обеспечения ЭМС РЭС на внутриаппаратурном, внутрисистемном и межсистемном уровнях; 3) основы техники измерений в области ЭМС РЭС.

	<p>Эталонный:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) методы и приемы решения задач электродинамики; 2) методы анализа и синтеза сетей связи с учетом требований обеспечения ЭМС; 3) влияние пассивных переизлучателей на формирование ЭМО.
Уметь	<p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) анализировать условия наблюдения и регистрации электромагнитных эффектов и процессов; 2) применять современные экспериментальные методы исследования; 3) учитывать требования обеспечения ЭМС на всех этапах проектирования РЭС.
	<p>Стандартный:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) анализировать принципы работы и проводить расчеты важнейших характеристик радиотехнических элементов, устройств и приборов; 2) использовать измерительные приборы для исследования основных явлений в радиотехнике, анализировать эмпирические данные; 3) реализовывать принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации с учетом требований обеспечения ЭМС.
	<p>Эталонный:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) решать задачи, связанные с электродинамическими явлениями, и применять принципы их решения для описания практически важных ситуаций; 2) проводить расчет основных параметров и характеристик ЭМС РЭС; 3) выбирать методы и средства измерений параметров и характеристик ЭМС РЭС.
Владеть	<p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) начальными навыками разработки и отладки с использованием соответствующих отладочных средств; 2) приемами и алгоритмами решения электродинамических задач; 3) способностью оценивать различные способы построения инфокоммуникационных систем и сетей.
	<p>Стандартный:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) навыками использования средств моделирования и анализа сетей. 2) навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств; 3) методами постановки задачи и методикой проведения эксперимента с использованием элементов радиотехники.

	<p>Эталонный:</p> <p>1) навыками работы с реальными техническими устройствами, содержащими радиосистемы;</p> <p>2) навыками проектирования инфокоммуникационных систем и сетей с использованием передового мирового опыта;</p> <p>3) навыками проектирования РЭС сетей связи с учетом факторов, оказывающих влияние на их ЭМС.</p>
--	--

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Введение. Основные понятия и определения в области ЭМС.	8	1		1	6
	2	Основные источники помех.	8	1		1	6
2	3	Качество электроэнергии.	16	2		2	12
	4	Помехи по цепям электропитания и заземления.	16	2		2	12
3	5	Виды излучения радиопередающих устройств, каналы распространения и зоны излучения ЭМП.	16	2		2	12
	6	Каналы приёма ЭМП, антенны и параметры ЭМС	16	2		2	12
4	7	Определение электромагнитной обстановки.	16	2		2	12
	8	Основные критерии ЭМС	16	2		2	12
5	9	Программное обеспечение в области ЭМС	16	2		2	12
	10	Нормативная документация в области ЭМС	16	2		2	12
Итого			144	18	0	18	108

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	

1	1	Введение. Основные понятия и определения в области ЭМС.	8	1		2	5
	2	Основные источники помех.	8	1		2	5
2	3	Качество электроэнергии.	15	1		2	12
	4	Помехи по цепям электропитания и заземления.	15	1		2	12
3	5	Виды излучения радиопередающих устройств, каналы распространения и зоны излучения ЭМП.	17	1		2	14
	6	Каналы приёма ЭМП, антенны и параметры ЭМС	17	1		2	14
4	7	Определение электромагнитной обстановки.	16	1		1	14
	8	Основные критерии ЭМС	16	1		1	14
5	9	Программное обеспечение в области ЭМС	16	1		1	14
	10	Нормативная документация в области ЭМС	16	1		1	14
Итого			144	10	0	16	118

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Введение. Предмет, цели и задачи курса. Восприимчивость к электромагнитным помехам изделий микро -, радио - и оптоэлектроники, средств радиосвязи и оборудования информационных систем. Основные понятия и определения в области ЭМС. Существо проблемы обеспечения ЭМС. Основные понятия и определения в области ЭМС. НТД в области ЭМС. Основные параметры, характеристики и принципы классификации НЭМП. Станционные НЭМП. Индустриальные НЭМП. Естественные НЭМП. Контактные НЭМП.
	2	Основные источники помех. Помехи естественного и искусственного происхождения. Искусственные помехи: непреднамеренные и организованные. Основные источники мощных электромагнитных помех. Паразитные наводки. Помехи из-за собственного излучения. Контактные помехи. Помехи вследствие самовозбуждения. Индустриальные помехи. Помехи от линии электропередач. Помехи от сварочных аппаратов и электронагревательных приборов.

2	3	<p>Качество электроэнергии. Основные параметры качества электроэнергии: отклонения напряжения от номинального значения, отклонения частоты тока от номинального значения, несимметрия напряжения, искажения формы кривой напряжения, перенапряжения. Влияния различных помех на параметры качества напряжения.</p>
	4	<p>Помехи по цепям электропитания и заземления. Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры. Гальваническое влияние по контурам заземления. Емкостное влияние на гальванически разделенные контуры. Емкостное влияние на контуры с общим проводом системы опорного потенциала. Емкостное влияние на токовые контуры с большой емкостью относительно земли. Емкостное влияние молнии на электрические контуры.</p>
3	5	<p>Виды излучения радиопередающих устройств, каналы распространения и зоны излучения ЭМП. Основные и нежелательные излучения радиопередатчика. Основные виды побочных излучений. Причины внеполосных излучений. Источники и интенсивность шумовых излучений. Параметры нежелательных излучений радиопередатчиков. Особенности распространения непреднамеренных ЭМП. Виды возможных путей распространения ЭМП. Частотный спектр и характерные величины напряженностей ЭМ поля.</p>
	6	<p>Каналы приёма ЭМП, антенны и параметры ЭМС. Схема супергетеродинного радиоприемника, назначение элементов схемы. Амплитудные и частотные характеристики радиоприемников. Виды побочных каналов приема. Факторы, влияющие на распределение усиления по приёмному тракту. Усиление тракта РПУ до фильтра, осуществляющего основную избирательность. Усиление в последнем каскаде усилителя промежуточной частоты (УПЧ). Реальная чувствительность приёмника. Предельная чувствительность РПУ. Восприимчивость приёмника к помехам. Частота канала, который в наибольшей степени определяет восприимчивость приёмника к помехам. Связь восприимчивости РПУ к помехам с предельной чувствительностью.</p>
4	7	<p>Определение электромагнитной обстановки. Оценка ЭМС антенн, расположенных на ограниченной территории. ЭМС РЭС на подвижном объекте. Точка минимальной информационной надёжности и её определение. Коэффициент влияния. Оценка влияния пассивных переизлучателей на формирование ЭМО. Метод геометрической оптики. Влияние объектов значительных геометрических размеров, расположенных на пути прямых лучей на ЭМС. Эффективная площадь рассеивания. Влияние приёмных антенн на ЭМС.</p>

	8	Основные критерии ЭМС. Основные факторы, от которых зависит взаимодействие антенных устройств. Классификация антенн по направленности. Коэффициент усиления антенн различных групп. Виды антенн по поляризационным свойствам. Разделение антенн по характеру изменения диаграммы направленности и по частотным свойствам. Параметры антенны, используемые при оценке ЭМС РЭС и их классификация.
5	9	Программное обеспечение в области ЭМС. Экспериментальные методы определения характеристик ЭМС РЭС. Измерение параметров и характеристик непреднамеренных ЭМП. Средства измерений характеристик ЭМС РЭС. Основные сведения об экранированных помещениях и испытательных камерах.
	10	Нормативная документация в области ЭМС. Закон РФ «Об электромагнитной совместимости», нормативные акты. Стандарты МЭК. Государственные стандарты РФ. Международное регулирование использования радиочастот. Распределение частот в совокупности РЭС. Международные организации распределения частот и регламент радиосвязи. «Регламент радиосвязи» и «Публикации» Международного специального комитета по радиопомехам (СИСР).

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Введение. Предмет, цели и задачи курса. Восприимчивость к электромагнитным помехам изделий микро -, радио - и оптоэлектроники, средств радиосвязи и оборудования информационных систем. Основные понятия и определения в области ЭМС. Существо проблемы обеспечения ЭМС. Основные понятия и определения в области ЭМС. НТД в области ЭМС. Основные параметры, характеристики и принципы классификации НЭМП. Станционные НЭМП. Индустриальные НЭМП. Естественные НЭМП. Контактные НЭМП.
	2	Основные источники помех. Помехи естественного и искусственного происхождения. Искусственные помехи: непреднамеренные и организованные. Основные источники мощных электромагнитных помех. Паразитные наводки. Помехи из-за собственного излучения. Контактные помехи. Помехи вследствие самовозбуждения. Индустриальные помехи. Помехи от линии электропередач. Помехи от сварочных аппаратов и электронагревательных приборов.

2	3	<p>Качество электроэнергии. Основные параметры качества электроэнергии: отклонения напряжения от номинального значения, отклонения частоты тока от номинального значения, несимметрия напряжения, искажения формы кривой напряжения, перенапряжения. Влияния различных помех на параметры качества напряжения.</p>
	4	<p>Помехи по цепям электропитания и заземления. Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры. Гальваническое влияние по контурам заземления. Емкостное влияние на гальванически разделенные контуры. Емкостное влияние на контуры с общим проводом системы опорного потенциала. Емкостное влияние на токовые контуры с большой емкостью относительно земли. Емкостное влияние молнии на электрические контуры.</p>
3	5	<p>Виды излучения радиопередающих устройств, каналы распространения и зоны излучения ЭМП. Основные и нежелательные излучения радиопередатчика. Основные виды побочных излучений. Причины внеполосных излучений. Источники и интенсивность шумовых излучений. Параметры нежелательных излучений радиопередатчиков. Особенности распространения непреднамеренных ЭМП. Виды возможных путей распространения ЭМП. Частотный спектр и характерные величины напряженностей ЭМ поля.</p>
	6	<p>Каналы приёма ЭМП, антенны и параметры ЭМС. Схема супергетеродинного радиоприемника, назначение элементов схемы. Амплитудные и частотные характеристики радиоприемников. Виды побочных каналов приема. Факторы, влияющие на распределение усиления по приёмному тракту. Усиление тракта РПУ до фильтра, осуществляющего основную избирательность. Усиление в последнем каскаде усилителя промежуточной частоты (УПЧ). Реальная чувствительность приёмника. Предельная чувствительность РПУ. Восприимчивость приёмника к помехам. Частота канала, который в наибольшей степени определяет восприимчивость приёмника к помехам. Связь восприимчивости РПУ к помехам с предельной чувствительностью.</p>
4	7	<p>Определение электромагнитной обстановки. Оценка ЭМС антенн, расположенных на ограниченной территории. ЭМС РЭС на подвижном объекте. Точка минимальной информационной надёжности и её определение. Коэффициент влияния. Оценка влияния пассивных переизлучателей на формирование ЭМО. Метод геометрической оптики. Влияние объектов значительных геометрических размеров, расположенных на пути прямых лучей на ЭМС. Эффективная площадь рассеивания. Влияние приёмных антенн на ЭМС.</p>

	8	Основные критерии ЭМС. Основные факторы, от которых зависит взаимодействие антенных устройств. Классификация антенн по направленности. Коэффициент усиления антенн различных групп. Виды антенн по поляризационным свойствам. Разделение антенн по характеру изменения диаграммы направленности и по частотным свойствам. Параметры антенны, используемые при оценке ЭМС РЭС и их классификация.
5	9	Программное обеспечение в области ЭМС. Экспериментальные методы определения характеристик ЭМС РЭС. Измерение параметров и характеристик непреднамеренных ЭМП. Средства измерений характеристик ЭМС РЭС. Основные сведения об экранированных помещениях и испытательных камерах.
	10	Нормативная документация в области ЭМС. Закон РФ «Об электромагнитной совместимости», нормативные акты. Стандарты МЭК. Государственные стандарты РФ. Международное регулирование использования радиочастот. Распределение частот в совокупности РЭС. Международные организации распределения частот и регламент радиосвязи. «Регламент радиосвязи» и «Публикации» Международного специального комитета по радиопомехам (СИСР).

3.3. Практические (семинарские) занятия

3.4. Лабораторные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лабораторных занятий
1	1	Введение. Предмет, цели и задачи курса. Восприимчивость к электромагнитным помехам изделий микро -, радио - и оптоэлектроники, средств радиосвязи и оборудования информационных систем. Основные понятия и определения в области ЭМС. Сущность проблемы обеспечения ЭМС. Основные понятия и определения в области ЭМС. НТД в области ЭМС. Основные параметры, характеристики и принципы классификации НЭМП. Стационарные НЭМП. Индустриальные НЭМП. Естественные НЭМП. Контактные НЭМП.

	2	<p>Основные источники помех. Помехи естественного и искусственного происхождения. Искусственные помехи: непреднамеренные и организованные. Основные источники мощных электромагнитных помех. Паразитные наводки. Помехи из-за собственного излучения. Контактные помехи. Помехи вследствие самовозбуждения. Индустриальные помехи. Помехи от линии электропередач. Помехи от сварочных аппаратов и электронагревательных приборов.</p>
2	3	<p>Качество электроэнергии. Основные параметры качества электроэнергии: отклонения напряжения от номинального значения, отклонения частоты тока от номинального значения, несимметрия напряжения, искажения формы кривой напряжения, перенапряжения. Влияния различных помех на параметры качества напряжения.</p>
	4	<p>Помехи по цепям электропитания и заземления. Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры. Гальваническое влияние по контурам заземления. Емкостное влияние на гальванически разделенные контуры. Емкостное влияние на контуры с общим проводом системы опорного потенциала. Емкостное влияние на токовые контуры с большой емкостью относительно земли. Емкостное влияние молнии на электрические контуры.</p>
3	5	<p>Виды излучения радиопередающих устройств, каналы распространения и зоны излучения ЭМП. Основные и нежелательные излучения радиопередатчика. Основные виды побочных излучений. Причины внеполосных излучений. Источники и интенсивность шумовых излучений. Параметры нежелательных излучений радиопередатчиков. Особенности распространения непреднамеренных ЭМП. Виды возможных путей распространения ЭМП. Частотный спектр и характерные величины напряженностей ЭМ поля.</p>
	6	<p>Каналы приёма ЭМП, антенны и параметры ЭМС. Схема супергетеродинного радиоприемника, назначение элементов схемы. Амплитудные и частотные характеристики радиоприемников. Виды побочных каналов приема. Факторы, влияющие на распределение усиления по приёмному тракту. Усиление тракта РПУ до фильтра, осуществляющего основную избирательность. Усиление в последнем каскаде усилителя промежуточной частоты (УПЧ). Реальная чувствительность приёмника. Предельная чувствительность РПУ. Восприимчивость приёмника к помехам. Частота канала, который в наибольшей степени определяет восприимчивость приёмника к помехам. Связь восприимчивости РПУ к помехам с предельной чувствительностью.</p>

4	7	Определение электромагнитной обстановки. Оценка ЭМС антенн, расположенных на ограниченной территории. ЭМС РЭС на подвижном объекте. Точка минимальной информационной надёжности и её определение. Коэффициент влияния. Оценка влияния пассивных переизлучателей на формирование ЭМО. Метод геометрической оптики. Влияние объектов значительных геометрических размеров, расположенных на пути прямых лучей на ЭМС. Эффективная площадь рассеивания. Влияние приёмных антенн на ЭМС.
	8	Основные критерии ЭМС. Основные факторы, от которых зависит взаимодействие антенных устройств. Классификация антенн по направленности. Коэффициент усиления антенн различных групп. Виды антенн по поляризационным свойствам. Разделение антенн по характеру изменения диаграммы направленности и по частотным свойствам. Параметры антенны, используемые при оценке ЭМС РЭС и их классификация.
5	9	Программное обеспечение в области ЭМС. Экспериментальные методы определения характеристик ЭМС РЭС. Измерение параметров и характеристик непреднамеренных ЭМП. Средства измерений характеристик ЭМС РЭС. Основные сведения об экранированных помещениях и испытательных камерах.
	10	Нормативная документация в области ЭМС. Закон РФ «Об электромагнитной совместимости», нормативные акты. Стандарты МЭК. Государственные стандарты РФ. Международное регулирование использования радиочастот. Распределение частот в совокупности РЭС. Международные организации распределения частот и регламент радиосвязи. «Регламент радиосвязи» и «Публикации» Международного специального комитета по радиопомехам (СИСПр).

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лабораторных занятий
1	1	Введение. Предмет, цели и задачи курса. Восприимчивость к электромагнитным помехам изделий микро -, радио - и оптоэлектроники, средств радиосвязи и оборудования информационных систем. Основные понятия и определения в области ЭМС. Существо проблемы обеспечения ЭМС. Основные понятия и определения в области ЭМС. НТД в области ЭМС. Основные параметры, характеристики и принципы классификации НЭМП. Стационарные НЭМП. Индустриальные НЭМП. Естественные НЭМП. Контактные НЭМП.

	2	<p>Основные источники помех. Помехи естественного и искусственного происхождения. Искусственные помехи: непреднамеренные и организованные. Основные источники мощных электромагнитных помех. Паразитные наводки. Помехи из-за собственного излучения. Контактные помехи. Помехи вследствие самовозбуждения. Индустриальные помехи. Помехи от линии электропередач. Помехи от сварочных аппаратов и электронагревательных приборов.</p>
2	3	<p>Качество электроэнергии. Основные параметры качества электроэнергии: отклонения напряжения от номинального значения, отклонения частоты тока от номинального значения, несимметрия напряжения, искажения формы кривой напряжения, перенапряжения. Влияния различных помех на параметры качества напряжения.</p>
	4	<p>Помехи по цепям электропитания и заземления. Гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры. Гальваническое влияние по контурам заземления. Емкостное влияние на гальванически разделенные контуры. Емкостное влияние на контуры с общим проводом системы опорного потенциала. Емкостное влияние на токовые контуры с большой емкостью относительно земли. Емкостное влияние молнии на электрические контуры.</p>
3	5	<p>Виды излучения радиопередающих устройств, каналы распространения и зоны излучения ЭМП. Основные и нежелательные излучения радиопередатчика. Основные виды побочных излучений. Причины внеполосных излучений. Источники и интенсивность шумовых излучений. Параметры нежелательных излучений радиопередатчиков. Особенности распространения непреднамеренных ЭМП. Виды возможных путей распространения ЭМП. Частотный спектр и характерные величины напряженностей ЭМ поля.</p>
	6	<p>Каналы приёма ЭМП, антенны и параметры ЭМС. Схема супергетеродинного радиоприемника, назначение элементов схемы. Амплитудные и частотные характеристики радиоприемников. Виды побочных каналов приема. Факторы, влияющие на распределение усиления по приёмному тракту. Усиление тракта РПУ до фильтра, осуществляющего основную избирательность. Усиление в последнем каскаде усилителя промежуточной частоты (УПЧ). Реальная чувствительность приёмника. Предельная чувствительность РПУ. Восприимчивость приёмника к помехам. Частота канала, который в наибольшей степени определяет восприимчивость приёмника к помехам. Связь восприимчивости РПУ к помехам с предельной чувствительностью.</p>

4	7	Определение электромагнитной обстановки. Оценка ЭМС антенн, расположенных на ограниченной территории. ЭМС РЭС на подвижном объекте. Точка минимальной информационной надёжности и её определение. Коэффициент влияния. Оценка влияния пассивных переизлучателей на формирование ЭМО. Метод геометрической оптики. Влияние объектов значительных геометрических размеров, расположенных на пути прямых лучей на ЭМС. Эффективная площадь рассеивания. Влияние приёмных антенн на ЭМС.
	8	Основные критерии ЭМС. Основные факторы, от которых зависит взаимодействие антенных устройств. Классификация антенн по направленности. Коэффициент усиления антенн различных групп. Виды антенн по поляризационным свойствам. Разделение антенн по характеру изменения диаграммы направленности и по частотным свойствам. Параметры антенны, используемые при оценке ЭМС РЭС и их классификация.
5	9	Программное обеспечение в области ЭМС. Экспериментальные методы определения характеристик ЭМС РЭС. Измерение параметров и характеристик непреднамеренных ЭМП. Средства измерений характеристик ЭМС РЭС. Основные сведения об экранированных помещениях и испытательных камерах.
	10	Нормативная документация в области ЭМС. Закон РФ «Об электромагнитной совместимости», нормативные акты. Стандарты МЭК. Государственные стандарты РФ. Международное регулирование использования радиочастот. Распределение частот в совокупности РЭС. Международные организации распределения частот и регламент радиосвязи. «Регламент радиосвязи» и «Публикации» Международного специального комитета по радиопомехам (СИСРП).

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Введение. Основные понятия и определения в области ЭМС. Основные источники помех. Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) техническими средствами, виды правового регулирования в области ЭМС.	составление конспекта

1	2	Помехи электротранспорта. Виды помех. Межсистемные помехи. Внутрисистемные Внутренние шумы. Тепловой шум. Дробовой шум. Шумы поверхностного эффекта. Шумы токораспределения. Шумы вторичной эмиссии. Импульсный шум. Шумы генерации и рекомбинации носителей. Радиоизлучение солнца, планет и луны. Радиопомехи, обусловленные грозовыми разрядами. Статические разряды. Замирания. Влияние эффекта Фарадея и эффекта Допплера на приём.	написание реферата
2	3	Качество электроэнергии, помехи по цепям электропитания и заземления. Переходные процессы в сетях низкого напряжения, их влияние на ЭМС различных сетей.	подготовка сообщений и докладов
2	4	Индуктивное влияние между промышленными токовыми контурами. Индуктивное влияние разряда статического электричества. Индуктивное влияние тока молнии на электрические контуры.	составление конспекта
3	5	Виды излучения радиопередающих устройств, каналы распространения и приема ЭМП, антенны и параметры ЭМС. Границы радела сред как направляющие системы. Поверхностные волны. Поверхностный плазмон и волна Зоммерфельда - Ценнека. Плоские и прямоугольные волноводы, их собственные волны и критические частоты.	написание реферата
3	6	Элементы теории антенн. Поле антенны в ближнее, дальней и промежуточной зонах. Диаграмма направленности антенны. Остронаправленные и слабонаправленные антенны. Энергетические характеристики антенн: КНД, КПД, КУ. Принципы конструирования эффективных антенн. Интерференция и взаимное влияние полей антенн через свободное пространство и при наличии направляющих элементов. Методы снижения паразитного (бокового) излучения антенн.	выполнение практических заданий
4	7	Определение электромагнитной обстановки и основные критерии ЭМС. Виды взаимодействия антенн. Взаимодействие антенн за счёт сильной связи. Коэффициент поляризационной согласованности. Взаимодействия антенн, не принадлежащих к одной и той же РЭС. Вероятность использования. Взаимодействие при слабых связях близкорасположенных антенн. Взаимное сопротивление антенн. Специфические параметры антенн различных групп. Функция распределения коэффициента усиления (КУ) остронаправленных антенн и её методика построения. Интегральная функция распределения антенн различных групп. Влияние уровня шумов на ЭМС антенн.	составление конспекта

4	8	Обеспечение ЭМС РЭС с применением электромагнитных экранов, фильтрации, систем заземления. Обеспечение ЭМС в системах связи различного назначения.	подготовка сообщений и докладов
5	9	Программное обеспечение в области ЭМС. Программный комплекс для расчета ЭМС РЭС на локальном объекте (объектовая ЭМС) "Эксперт ЭМС". Программный комплекс для автоматизации управления радиочастотным спектром "РАКУРС". Программный комплекс расчетов для оценки ЭМС РЭС Программное обеспечение тестирования ЭМС RadiMation.	выполнение практических заданий
5	10	Нормативная документация в области ЭМС. Стандартизация в области ЭМС.	составление конспекта

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Введение. Основные понятия и определения в области ЭМС. Основные источники помех. Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) техническими средствами, виды правового регулирования в области ЭМС.	составление конспекта
1	2	Помехи электротранспорта. Виды помех. Межсистемные помехи. Внутрисистемные Внутренние шумы. Тепловой шум. Дробовой шум. Шумы поверхностного эффекта. Шумы токораспределения. Шумы вторичной эмиссии. Импульсный шум. Шумы генерации и рекомбинации носителей. Радиоизлучение солнца, планет и луны. Радиопомехи, обусловленные грозовыми разрядами. Статические разряды. Замирания. Влияние эффекта Фарадея и эффекта Допплера на приём.	написание реферата
2	3	Качество электроэнергии, помехи по цепям электропитания и заземления. Переходные процессы в сетях низкого напряжения, их влияние на ЭМС различных сетей.	подготовка сообщений и докладов
2	4	Индуктивное влияние между промышленными токовыми контурами. Индуктивное влияние разряда статического электричества. Индуктивное влияние тока молнии на электрические контуры.	составление конспекта
3	5	Виды излучения радиопередающих устройств, каналы распространения и приема ЭМП, антенны и параметры ЭМС. Границы раздела сред как направляющие системы. Поверхностные волны. Поверхностный плазмон и волна Зоммерфельда - Ценнека. Плоские и прямоугольные волноводы, их собственные волны и критические частоты.	написание реферата

3	6	Элементы теории антенн. Поле антенны в ближней, дальней и промежуточной зонах. Диаграмма направленности антенны. Остронаправленные и слабонаправленные антенны. Энергетические характеристики антенн: КНД, КПД, КУ. Принципы конструирования эффективных антенн. Интерференция и взаимное влияние полей антенн через свободное пространство и при наличии направляющих элементов. Методы снижения паразитного (бокового) излучения антенн.	выполнение практических заданий
4	7	Определение электромагнитной обстановки и основные критерии ЭМС. Виды взаимодействия антенн. Взаимодействие антенн за счёт сильной связи. Коэффициент поляризационной согласованности. Взаимодействия антенн, не принадлежащих к одной и той же РЭС. Вероятность использования. Взаимодействие при слабых связях близкорасположенных антенн. Взаимное сопротивление антенн. Специфические параметры антенн различных групп. Функция распределения коэффициента усиления (КУ) остронаправленных антенн и её методика построения. Интегральная функция распределения антенн различных групп. Влияние уровня шумов на ЭМС антенн.	составление конспекта
4	8	Обеспечение ЭМС РЭС с применением электромагнитных экранов, фильтрации, систем заземления. Обеспечение ЭМС в системах связи различного назначения.	подготовка сообщений и докладов
5	9	Программное обеспечение в области ЭМС. Программный комплекс для расчета ЭМС РЭС на локальном объекте (объектовая ЭМС) "Эксперт ЭМС". Программный комплекс для автоматизации управления радиочастотным спектром "РАКУРС". Программный комплекс расчетов для оценки ЭМС РЭС Программное обеспечение тестирования ЭМС RadiMation.	выполнение практических заданий
5	10	Нормативная документация в области ЭМС. Стандартизация в области ЭМС.	составление конспекта

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1	1,2	ЛК	Интерактивные лекции с использованием мультимедиа	2
2	3,4	ПЗ	Ситуационные задачи	2
3	5,6	ЛК	Лекции с использованием презентаций, учебные дискуссии	2

4	7,8	ЛК	Лекции с использованием презентаций, учебные дискуссии	2
5	9,10	ПЗ	Работа с электронными образовательными ресурсами, интернет-технологии, применение ПК	2

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

1. Вагин, Геннадий Яковлевич. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник / Вагин Геннадий Яковлевич, Лоскутов Алексей Борисович, Севостьянов Александр Александрович. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2011. - 224 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-8034-5 : 409-20.
2. Овсянников, Александр Георгиевич. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике / Овсянников Александр Георгиевич. - Новосибирск : НГТУ, 2002. - 107 с. - 110-00.
3. Селиванова, Зоя Михайловна. Технология радиоэлектронных средств : учеб. пособие / Селиванова Зоя Михайловна. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2014. - 79 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-21707-8 : 146-50.

6.1.2. Издания из ЭБС

1. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике: учебник для вузов / А.Ф. Дьяков, И.П. Кужекин, Б.К. Максимов, А.Г. Темников ; под ред. чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, проф. А.Ф. Дьякова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 455 с.: ил. - ISBN 978-5-383-00336-7. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003367.html> .
2. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре : учеб. пособие / В.Г. Костиков, Р.В. Костиков, В.А. Шах-нов. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 125, [3] с. : ил [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0493.html.
3. Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта: учебное пособие / В.Н. Яковлев, В.И. Пантелеев, В.П. Суров; под общ. ред. В.Н. Яковлева. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 588 с. - ISBN 978-5-383-00398-5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003985.html> .

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

1. Петров, Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн : учеб. / Б. М. Петров. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2003. - 558 с. : ил. - ISBN 5-93517-073-6 : 180-00.
2. Мусонов, В.М. Радиоэлектроника и схемотехника : учеб. пособие / В. М. Мусонов, В. А. Чижиков. - Красноярск : СГАУ, 2013. - 378 с. - ISBN 978-5-86433-575-8 : 337-00.
3. Мукосеев, В.В. Маркировка и обозначение радиоэлементов. Системы цветовой и буквенно-цифровой маркировки отечественных и зарубежных электронных элементов : справ. / В. В. Мукосеев, И. Н. Сидоров. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2001. - 352 с. :

ил. - (Массовая радиобиблиотека). - ISBN 5-93517-006-X : 165-00.

6.2.2. Издания из ЭБС

1. Мамчев, Г.В. Теория и практика наземного цифрового телевизионного вещания : Рекомендовано УМО по образованию в области телекоммуникаций в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 210400 - Телекоммуникации / Г. В. Мамчев; Мамчев Г.В. - Moscow : Горячая линия - Телеком, 2012 - ISBN 978-5-9912-0258-9. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202589.html>.
2. Электромагнитная совместимость в электрических сетях : учеб. пособие / И.В. Жежеленко, М.А. Короткевич. - Минск : Выш. шк., 2012. - 197 с.: ил. - ISBN 978-985-06-2184-9. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850621849.html> .

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Единый общеобразовательный портал. – URL: <http://window.edu.ru>.
2. Библиотека ЗабГУ. – URL: <http://library.zabgu.ru>.
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». – URL: <http://biblioclub.ru>.
4. Радио техника и электроника 2006-2016.
- 5.«Современная электроника» (современные технологии автоматизированного проектирования в электронике) 2007-2016.
6. Законодательно-правовая электронно-поисковая база (ГАРАНТ, КОНСУЛЬТАНТ).
7. Электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных рабочей программой, находящиеся в свободном доступе для студентов, обучающихся в ГОУ ВПО ЗабГУ.

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения: АИБС "МегаПро", Система ГАРАНТ

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672000, г. Чита, ул. Кастринская-1, ауд. 08-206.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Комплект специализированной учебной мебели. Доска маркерная.

Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по дисциплинам, мультимедийный к-т в составе: переносной экран на треноге, мультимедиапроектор, ноутбук.

672000, г. Чита, ул. Кастринская-1, ауд. 08-207.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Комплект специализированной учебной мебели. Доска аудиторная меловая. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по дисциплинам, мультимедийный к-т в составе: переносной экран на треноге, мультимедиапроектор, ноутбук.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для обеспечения требуемого уровня усвоения студентами теории ЭМС радиоэлектронных средств, творческого подхода при изучении ими соответствующих материалов, необходимо должным образом организовать самостоятельную работу студентов, которая выполняется ими в объеме, выделяемом настоящей примерной программой. В рамках самостоятельной работы студенты должны прорабатывать курс прослушанных лекций, готовиться к допуску на проведение лабораторных работ и решать задачи, поставленные преподавателем на практических занятиях (в рамках курсового проектирования).

Для наиболее эффективного усвоения материала дисциплины целесообразно организовать самостоятельную работу студентов таким образом, чтобы они равномерно и

активно работали над материалами курса в течение всего семестра. Для выполнения этого условия, а также для промежуточного контроля знаний студентов в течение семестра целесообразно регулярно (2-3 раза в семестр) проводить тестирование на ПК по пройденному материалу (т.е., по мере изучения соответствующего материала в лекционном курсе).

В рамках изучения дисциплины предусматривается проведение электронного тестирования студентов по следующим 5 модулям, составленным на основе тестовых вопросов по дисциплине.

1. Введение. Основные понятия и определения в области ЭМС. Основные источники помех. (разделы 1 и 2).
2. Качество электроэнергии, помехи по цепям электропитания и заземления (разделы 3,4).
3. Виды излучения радиопередающих устройств, каналы распространения и приема ЭМП, антенны и параметры ЭМС. (разделы 5,6).
4. Определение электромагнитной обстановки и основные критерии ЭМС (разделы 7,8,).
5. Программное обеспечение и нормативная документация в области ЭМС (разделы 9,10,).

Разработчик/группа разработчиков: Таланов С.Б., доцент кафедры ФИТС

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 01.09.2017 г. № 1)**