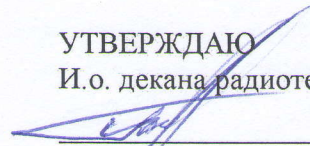


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота
ФГБОУ ВО «КГТУ»
БГАРФ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана радиотехнического факультета

 / В.А. Баженов /

27 июня 2018 г.

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине
(приложение к рабочей программе дисциплины)

Электромагнитная совместимость
(наименование дисциплины)

базовой части образовательной программы

по специальности

25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»
(код и наименование специальности)

специализаций:

«Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота»
(код и наименование специализации)

«Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита»
(код и наименование специализации)

Факультет радиотехнический (РТФ)
(наименование)

Кафедра судовых радиотехнических систем (СРТС)
(наименование)

Калининград 2018

1 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

В результате освоения дисциплины «Электромагнитная совместимость» обучающийся должен:

Знать:

сущность проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС) технических устройств, в том числе радиоэлектронных средств (РЭС); источники и виды непреднамеренных электромагнитных помех (НЭМП); методы оценки электромагнитной обстановки и анализа ЭМС в группировке РЭС; способы обеспечения ЭМС РЭС.

Уметь:

проводить анализ ЭМС в группировке РЭС и в дуэльной ситуации с использованием магнетических моделей радиопередающих, радиоприёмных и антенных устройств; проводить экспериментальную оценку ЭМС РЭС с использованием различных методов и критериев; осуществлять выбор необходимых способов обеспечения ЭМС РЭС.

Владеть:

навыками использования нормативных документов и справочных материалов в области ЭМС, компьютерных программ для моделирования РЭС и анализа их ЭМС; разработки мероприятий по обеспечению ЭМС на различных этапах жизненного цикла РЭС.

Таблица 1.1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины

Компетенции выпускника ОП ВО и этапы их формирования в результате изучения дисциплины	Знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций
1	2
<p>ОК–3: Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала Этапы формирования компетенции: ОК-3.3: Готовность к использованию творческого потенциала</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы перспективного планирования; • методику оценки обоснованности и целесообразности внедрения новых материалов, компонент, аппаратуры; • методику оценки обоснованности и целесообразности внедрения новых методов и технологий; <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обосновывать необходимость в замене отдельных компонент эксплуатируемого радиооборудования; • обосновывать необходимость в замене отдельных единиц используемой аппаратуры и комплексов радиооборудования;

	<ul style="list-style-type: none"> • составлять перспективный план развития эксплуатируемого оборудования; <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками определения эффективности от внедрения нового программного обеспечения; • навыками определения эффективности от внедрения нового оборудования; • навыками определения эффективности от внедрения новых технологий.
<p>ПК-3: Готовность нести ответственность за эксплуатацию транспортного радиоэлектронного оборудования в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.</p> <p>Этапы формирования компетенции:</p> <p>ПК-3.1: Готовность нести ответственность за эксплуатацию связного транспортного радиоэлектронного оборудования в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.</p> <p>ПК-3.2: Готовность нести ответственность за эксплуатацию радиолокационного оборудования в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • причины возникновения проблемы ЭМС технических средств; • составляющие и направления решения проблемы ЭМС; • методы оценки электромагнитной обстановки и ее описания; • результаты влияния непреднамеренных электромагнитных помех (НЭМП) на качество работы РЭС в процессе их эксплуатации; • виды и содержание нормативных документов в области ЭМС. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • по внешним признакам оценить мешающее влияние НЭМП на качество работы РЭС; • установить источник НЭМП; • принять решение о методе обеспечения ЭМС РЭС. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами оценки ЭМС в реальных условиях эксплуатации РЭС; • методами обеспечения ЭМС РЭС в реальных условиях эксплуатации РЭС.
<p>ПК-22: Способность к разработке обобщенных вариантов решения проблем, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.</p> <p>Этапы формирования компетенции:</p> <p>ПК-22.2: Способность прогнозирования последствий принятых решений, нахождения компромиссных решений.</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • качественные показатели РЭС, по которым можно судить о их ЭМС; • методы анализа ЭМС РЭС; • методы обеспечения ЭМС РЭС; <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выполнять анализ ЭМС РЭС на основе математических моделей РЭС;

	<ul style="list-style-type: none"> • выбирать оптимальные методы обеспечения ЭМС РЭС; • прогнозировать последствия не обеспечения ЭМС РЭС. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами анализа ЭМС РЭС; • методами экспериментальной оценки ЭМС РЭС в реальных условиях эксплуатации; • методами обеспечения ЭМС РЭС.
<p>ПК-25: Способность генерирования идей, решения задач по созданию теоретических моделей, позволяющих прогнозировать изменение свойств объектов профессиональной деятельности.</p> <p>Этапы формирования компетенции:</p> <p>ПК-25.2: Способность решения задач по созданию теоретических моделей, позволяющих прогнозировать изменение свойств объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • математические модели РЭС для анализа ЭМС; • модели радиоприемных устройств с учетом линейных и нелинейных свойств; • модели анализа взаимосвязи между антенными устройствами РЭС; • модели излучений радиопередающих устройств с учетом внеполосных и побочных излучений. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать математические модели РЭС для анализа ЭМС РЭС; • совершенствовать математические модели РЭС с целью повышения их точности; • применять ЭВМ при анализе математических моделей РЭС. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования математических методов для создания моделей РЭС; • сравнительной оценкой различных математических моделей РЭС; • навыками использования различных моделей РЭС для анализа ЭМС.
<p>КК-5: Способность выполнять действия, связанные с эксплуатацией, профилактическим ремонтом и обслуживанием оборудования радиосвязи и радионавигации в соответствии с кодексом ПДНВ, положениями Регламента радиосвязи и конвенции СОЛАС.</p> <p>КК-5.2: Способность выполнять действия, связанные с профилактическим ремонтом и обслуживанием оборудования радиосвязи и радионавигации в соответствии с кодексом ПДНВ,ложе-</p>	

ниями Регламента радиосвязи и конвенции СОЛАС.
Этапы формирования компетенции

Должен знать:

- особенности схемотехники радиопередающих устройств и их элементов;
- особенности конструкций радиопередающих устройств и их элементов;
- методы формирования радиосигналов с различными сигналами излучения
- методы измерения основных параметров радиопередающих устройств и их элементов

Должен уметь:

- уметь пользоваться нормативными документами при определении параметров и характеристик радиопередающих устройств;
- измерять характеристики и параметры радиопередающих устройств и их элементов;
- грамотно разбираться в схемотехнике конкретных радиопередающих устройств и их элементов.

Должен владеть:

- навыками технической эксплуатации радиопередающих устройств;
- навыками модернизации радиопередающих устройств и их элементов с учетом научно-технических достижений и современной элементной базы;
- навыками экспериментального исследования радиопередающих устройств и их элементов.

1.2 Этапы формирования компетенций в результате освоения дисциплины «Электромагнитная совместимость»

Этап формирования	Код формируемой компетенции				
	ОК-3.3	ПК-3	ПК-22.2	ПК-25.2	КК-5.2
Тема 1. Проблема электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронных средств (РЭС)		+			+
Тема 2. Электромагнитная обстановка на морских судах и береговых радицентрах		+			+
Тема 3. Показатели и критерии ЭМС РЭС		+	+		+
Тема 4. Характеристики и параметры ЭМС радиопередающих устройств			+	+	+
Тема 5. Характеристики и параметры ЭМС радиоприемных устройств			+	+	+
Тема 6. Характеристики и параметры ЭМС антенных устройств и среды распространения			+	+	+
Тема 7. Методы анализа ЭМС РЭС	+	+	+	+	+
Тема 8. Организационно-технические методы обеспечения ЭМС РЭС	+	+	+	+	+
Тема 9. Технические методы обеспечения ЭМС РЭС.	+	+	+	+	+

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО НЕЙ

Контроль поэтапного формирования результатов освоения дисциплины осуществляется в рамках текущего контроля и итоговой аттестации в ходе выполнения заданий на лабораторных занятиях, выполнении расчетно-графической работы (РГР) (контрольной работы для студентов заочной формы обучения), выполнении заданий на самостоятельную работу (СР), а также при сдаче зачета с оценкой в 10 (А) семестре (в 3 сессию 6 курса для студентов заочной формы обучения).

2.1 Перечень тем лабораторных работ

Очная форма обучения

- «Исследование коммутационной (контактной) помехи» (ПК-3, ПК-22.2, КК-5.2);

- «Оценка электромагнитной совместимости радиоприемного устройства» (ПК-3, ПК-22.2, КК-5.2);
- «Исследование радиоприемного устройства с быстродействующим устройством защиты от мощных помех» (ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2);
- «Оценка эффективности компенсации помехи на входе радиоприемного устройства с помощью компенсатора помех» (ОК-3.3, ПК-3, ПК-22.2, КК-5.2).

Заочная форма обучения

- «Оценка электромагнитной совместимости радиоприемного устройства» (ПК-3, ПК-22.2, КК-5.2);
- «Исследование радиоприемного устройства с быстродействующим устройством защиты от мощных помех» (ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2).

Формирование результатов освоения дисциплины (РОД) в рамках лабораторных занятий осуществляется при выполнении лабораторных заданий с использованием специализированной контрольно-измерительной аппаратуры. Контроль освоения осуществляется с помощью контрольных вопросов и заданий из приведенного перечня.

2.2 Перечень тем расчетно-графической и контрольной работ

Очная форма обучения

- РГР «Анализ ЭМС в группировке судовых средств радиосвязи» (ОК-3.3, ПК-3, ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2);

Заочная форма обучения

- К/р №1 «Анализ ЭМС в группировке судовых средств радиосвязи» (ОК-3.3, ПК-3, ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2).

Формирование РОД в рамках РГР и К/р осуществляется при самостоятельном решении типовых задач по математическому моделированию излучений радиопередающих устройств; моделированию радиоприемных устройств (РПрУ) с учетом их частотной избирательности и нелинейных свойств; выявлению каналов проникновения помех (КПП) в РПрУ; расчету коэффициентов связи между антеннами РЭС на средних частотах КПП; оценке средней мощности помехи в РПрУ; анализу эффекта блокирования в РПрУ. Контроль освоения осуществляется при защите отчетов по РГР и К/р.

2.3 Перечень тем самостоятельных работ

Очная и заочная формы обучения

- «Проблема электромагнитной совместимости технических средств» (ПК-3, КК-5.2);
- «Электромагнитная обстановка (ЭМО) на морских судах и береговых радиостанциях» (ПК-3, КК-5.2);
- «Показатели и критерии ЭМС РЭС» (ПК-3, ПК-2.2, КК-5.2);
- «Характеристики и параметры ЭМС радиопередающих устройств (РПУ)» (ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2);
- «Характеристики и параметры ЭМС радиоприемных устройств (РПрУ)» (ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2);
- «Характеристики и параметры ЭМС антенных устройств и среды распространения» (ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2);
- «Методы анализа ЭМС РЭС» (ОК-3, ПК-3, ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2);
- «Организационно-технические методы обеспечения ЭМС РЭС» (ОК-3, ПК-3, ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2);
- «Технические методы обеспечения ЭМС РЭС» (ОК-3, ПК-3, ПК-22.2, ПК-25.2, КК-5.2).

Формирование РОД при выполнении заданий на СР осуществляется при работе обучающегося с рекомендованной основной и дополнительной литературой, а также интернет-ресурсами. Контроль освоения осуществляется при проверке качества конспекта, а также умения применить изученный материал при решении практических задач.

2.4 Итоговая аттестация

Допуск к итоговой аттестации осуществляется после сдачи всех текущих контролей, включающих защиту лабораторных работ, РГР (или К/р), а также конспектов тем, вынесенных на самостоятельное изучение, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Итоговая аттестация проводится в виде зачета с оценкой в 10 семестре для очной и в 12 семестре для заочной форм обучения. Зачет с оценкой проводится в соответствии с утвержденным перечнем зачетных заданий (вопросов). Задания (вопросы) для проведения зачета с оценкой обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры.

Формирование РОД осуществляется при самостоятельной подготовке обучающихся к итоговой аттестации по вопросам, разработанным кафедрой, рассмотренным и утвержденным на заседании кафедры. Вопросы для ознакомления обучающимся выдаются заранее, но не позднее, чем за 1 месяц до начала проведения зачета с оценкой.

Контроль уровня освоения материала дисциплины осуществляется по качеству выполнения зачетного задания, умению применить полученные знания при решении практических задач.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Типовые контрольные задания и вопросы

3.1.1 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 1 «Исследование коммутационной (контактной) помехи»

1) Задание на самоподготовку

- Повторить по конспекту лекций и рекомендованной литературе тему «Электромагнитная обстановка на морских судах».
- Изучить инструкции по безопасности при проведении лабораторной работы.
- Изучить инструкцию по эксплуатации Р-250М2, Г4-102, СК4-59, ВЗ-38А, С1-107.
- Ознакомиться с принципом построения и работы имитатора помех.
- Изобразить амплитудные спектры коммутационной помехи, обусловленной прерыванием цепи постоянного напряжения $U=10$ В, при длительности прерывания $\tau = 1; 2; 4$ мс.
- Ответить на контрольные вопросы.

2) Лабораторное задание

- Для заданной преподавателем частоты высокочастотного колебания генератора f_0 произвести настройку приемника ПРМ так, чтобы $f_R=f_0$. При замкнутых контактах реле установить уровень генератора и ручки усиления ПРМ таким образом, чтобы на выходе ПРМ напряжение было близко к номинальному.
- Для трех значений длительности коммутационной помехи при выбранной частоте следования импульсов имитатора снять зависимость напряжения

на выходе ПРМ в зависимости от расстройки ПРМ относительно частоты f_0 .

- Для тех же значений длительности коммутационной помехи и частоты следования импульсов имитатора, что и в п.1.5.2., зарисовать с экрана анализатора спектра амплитудные спектры помехи, измерив с помощью встроенного частотомера частоты минимумов огибающей спектра.
- Сравнить результаты, полученные в п.1.5.2. и 1.5.3., и оценить их адекватность по положению минимумов и характеру частотной зависимости.
- Для одного из значений длительности импульса зарисовать осциллограммы напряжения на выходе имитатора коммутационной помехи и на выходе ПРМ при его настройке на частоту f_0 и при заданной преподавателем расстройке.
- По осциллограмме контактной помехи на выходе имитатора оценить влияние помехоподавляющих элементов, подключенных параллельно контактам реле.

3) Контрольные вопросы

1. Дайте определение коммутационной помехи. Приведите примеры устройств, которые создают такие помехи. В чем заключаются особенности коммутационных помех по сравнению с другими ЭМП?
2. Изобразите качественно вид временной диаграммы и спектрограммы коммутационной помехи, возникающей при коммутации постоянного напряжения (тока). Как зависит характер амплитудного спектра от длительности и частоты коммутации.
3. Изобразите качественно вид временной диаграммы и спектрограммы коммутационной помехи, возникающей при коммутации высокочастотного гармонического напряжения (тока). Как зависит характер амплитудного спектра от длительности и частоты коммутации?
4. В чем заключается физика явления «дребезга» контактов реле в цепи коммутации? От чего зависит ширина спектра коммутационной помехи? Каковы способы борьбы с явлением «дребезга» контактов?

5. Как проявляется действие коммутационной помехи на ПРМ с полосой пропускания $\Delta f_{\text{п}}$? Какова форма коммутационной помехи в тракте радиочастоты ПРМ, на выходе ПРМ?
6. Какие ЭМП принято называть контактными? Что может выступать на судне в качестве источника контактной помехи? Какова физика процессов, вызывающих появление контактных помех?
7. Нарисуйте качественно амплитудные спектры контактной помехи при облучении контакта гармоническим электрическим полем с частотой f_0 для случаев, когда сопротивление контакта является линейно-параметрическим, нелинейным и нелинейно-параметрическим. От каких факторов зависят амплитуды составляющих спектров?
8. Чем определяется ширина спектра контактной помехи относительно частоты nf_0 ?
9. Какие контактные помехи принято называть интермодуляционными? Изобразите качественно амплитудный спектр контактной помехи при воздействии на нелинейно-параметрический контакт двух электромагнитных полей с частотами f_{01} и $f_{02} > f_{01}$.
10. Каковы основные способы борьбы с контактными помехами?
11. При каких условиях судовой ПРМ может быть использован в качестве анализатора спектра радиопомехи и электромагнитной обстановки на судне?

3.1.2 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 2 «Оценка электромагнитной совместимости радиоприемного устройства»

- 1) Задание на самоподготовку
 - Повторить по конспекту лекций и рекомендованной литературе тему «Показатели и критерии ЭМС РЭС».
 - Изучить инструкцию по безопасности при проведении лабораторной работы.

- Изучить инструкции по эксплуатации ПРМ «Бригантина» и измерительных приборов Г4-158, Г4-165, С6-8, В3-38А, С1-107.
- Изучить методики экспериментальной оценки ЭМС РЭС в соответствии с ОСТ- 5.8383-81 и А.С.№1387858.
- Рассчитать коэффициент гармоник испытательного сигнала на выходе ПРМ, если за счет нелинейности ПРМ он имеет «меандровую» форму.
- Ответить на контрольные вопросы.

2) Лабораторное задание

- Для заданных преподавателем рабочей частоты ПРМ f_R , девиации частоты и уровня напряжения генератора, имитирующего помеху, произвести оценку ЭМС ПРМ по методике ОСТ 5.8383-81 для разных значений расстройки частоты $\Delta f = f_{г.п.} - f_R$ генератора помехи от рабочей частоты ПРМ. Построить зависимость $\Delta U, \%$ как функцию от Δf , определить «полосу забития» ПРМ, т.е. минимальное $\Delta f_{мин}$, при котором ЭМС ПРМ еще обеспечивается.
- Произвести оценку ЭМС ПРМ по методике Грошева Г.А., Кологривова А.Г. при тех же параметрах помехи и рабочей частоты ПРМ, что и в п.2.5.1. Построить зависимость $K_{бл}$ и $\Delta K_{г}, \%$, как функцию от Δf и определить «полосу забития» ПРМ.
- Для случая $f_{г.п.} = f_R (\Delta f = 0)$ путем выбора уровня напряжения генератора помехи определить «защитные отношения» на входе ПРМ, при которых на выходе ПРМ $\Delta K_{г1} = 5 \%$ и $\Delta K_{г2} = 10 \%$.
- При заданной преподавателем величине Δf снять зависимость $K_{бл}$ и $\Delta K_{г}$ от уровня напряжения генератора помехи.
- Произвести сравнительный анализ результатов оценки ЭМС по п.2.5.1. и п.2.5.2. и сделать соответствующие выводы.

3) Контрольные вопросы

1. Что понимается под показателями и критериями ЭМС РЭС?
2. Какие показатели и критерии используются в методиках в соответствии с ОСТ 5.8383-81 и А.С.№1387858?
3. Что такое «защитное отношение» и как оно определяется? Какое значение «защитного отношения» рекомендуется в /3/ для случая воздействия частотно-модулированной помехи (класс излучения F3E) на ПРМ амплитудно-модулированных сигналов (класс излучения A3E)?
4. Каким образом производится оценка ЭМС РЭС в соответствии с методикой ОСТ- 5.8383-81 и А.С.№1387858?
5. Как необходимо устанавливать режим работы и усиление ПРМ при испытаниях по этим методикам? В чем заключается различие?
6. Как оценивается по результатам оценок ЭМС РЭС «полоса забития» ПРМ? Сравните значения этого параметра, полученные по разным методикам.
7. Дайте пояснения, чем определяется характер снятых экспериментальных зависимостей.
8. Используя результаты измерений, укажите, в чем заключаются достоинства и недостатки обеих методик?

3.1.3 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 3 «Исследование радиоприемного устройства с быстросрабатывающим устройством защиты от мощных помех»

1) Задание на самоподготовку

- Повторить по материалам дисциплины «Радиоприёмные устройства» определение основных параметров радиоприёмного устройства (чувствительность, избирательность и т.п.).
- Изучить по ГОСТ 25792-85 /13/ методику измерения чувствительности и избирательности ПРМ по интермодуляции.

- Изучить особенности схем и работы известных устройств защиты и быстродействующего устройства защиты (БУЗ), используемого в лабораторной установке.
- Оценить зависимость времени быстродействия БУЗ от $U_{\text{ПС}}$ и $U_{\text{ДОП}}$ при $\tau_k = 1 \text{ мкс}$, $U_{\text{МАКС}} = 300 \text{ В}$.
- Изучить инструкцию по эксплуатации радиоприёмного устройства типа «Сибирь».
- Ответить на контрольные вопросы.

2) Лабораторное задание

- На заданных преподавателем поддиапазонах ПРМ оценить изменение чувствительности радиоприёмного устройства при использовании устройства защиты. По результатам оценки чувствительности ПРМ определить среднее затухание сигнала, вносимое БУЗ.
- На тех же поддиапазонах ПРМ оценить изменение избирательности по интермодуляции при использовании БУЗ.

3) Контрольные вопросы:

1. Каковы причины, вызывающие применение устройств защиты на входе ПРМ?
2. К каким явлениям во входной цепи ПРМ приводит мощное электромагнитное воздействие на приёмную антенну?
3. Какие виды устройств защиты Вы знаете? Приведите конкретные примеры таких устройств, поясните принципы их работы.
4. В чём заключаются недостатки известных устройств защиты? Что привело к необходимости разработки БУЗ?
5. Как зависит время срабатывания БУЗ от $U_{\text{МАКС}}$, $U_{\text{ПС}}$, $U_{\text{ДОП}}$, от расстройки между частотой воздействия и рабочей частотой ПРМ?

6. Поясните назначение элементов и принципы работы БУЗ, схема которого приведена на рис.3.5.
7. В чём заключается сущность методики измерения чувствительности ПРМ в соответствии с ГОСТ 25792-85?
8. Как оценивается избирательность ПРМ по интермодуляции в соответствии с ГОСТ 25792-85? На частотах каких интермодуляционных составляющих она измеряется?
9. Чем объяснить ухудшение чувствительности и избирательности ПРМ по интермодуляции при использовании БУЗ?

3.1.4 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 4 «Оценка эффективности компенсации помехи на входе радиоприемного устройства с помощью компенсатора помех»

1) Задание на самоподготовку

- Изучить принципы построения и работы компенсаторов помех и их основных элементов.
- Определить требования к точности установки амплитуды и фазы компенсационного колебания для достижения заданной степени компенсации помехи в 20, 30, 40 и 50 дБ. Построить графики соответствующих зависимостей.
- Определите, с какой точностью необходимо уравнивать ГВЗ в каналах КП, чтобы обеспечить полосы компенсации на уровне $\bar{p} = 30$ дБ в 6, 20 и 150 кГц?
- Изучить лабораторную установку, ознакомиться с техническими описаниями измерительных приборов и радиоприемного устройства типа «Шторм».
- Ответить на контрольные вопросы.

2) Лабораторное задание

- Определить рабочие частоты f_R радиовещательных радиостанций, работающих в диапазоне частот от 4 до 26 МГц, соответствующем диапазону рабочих частот КП.
- На частотах f_R , согласованных с преподавателем, настроить КП, и снять зависимость степени компенсации помехи от расстройки частоты $\Delta f = f_{\Pi} - f_R$, где f_{Π} – частота генератора помехи.
- На одной из выбранных частот f_R , настроив КП, оценить влияние выбора затухания аттенюатора на допустимую степень компенсации помехи.
- При выбранной частоте генератора помехи ($f_{\Pi} \approx f_R$) оценить на слух качество приема радиосигнала радиовещательной станции на выбранной частоте f_R без КП и с настроенным КП.

3) Контрольные вопросы

1. Изобразите структурную схему двухканального КП и поясните назначение ее элементов и принципы работы.
2. Изобразите возможные варианты построения многоканального КП, который может подавлять N помех.
3. В чем заключаются условия компенсации помехи для случая квазигармонической (узкополосной) и широкополосной помехи?
4. Как зависит достижимая степень компенсации гармонической помехи от точности установки амплитуды и фазы в БАФО? Какая требуется точность для достижения $\bar{p} = 40$ дБ?
5. От каких факторов зависит ширина полосы компенсации? Какими способами можно уравнивать ГВЗ в каналах КП?
6. Каковы возможные способы построения БАФО? Поясните принципы построения и работы вариантов БАФО.
7. Как определяется коэффициент передачи по напряжению квадратурного БАФО? Каким образом можно изменять модуль и фазу коэффициента передачи?

8. Поясните принципы построения и работы ЗУА на основе мостового устройства.
9. Используя схему (рис. 4.9), поясните принцип построения и работы КП, используемого в лабораторной установке.
10. Каковы способы использования КП совместно с ПРМ? Как можно обеспечить наличие помехи на опорном входе КП?

3.1.5 Задания и контрольные вопросы для РГР по теме «» (только для курсантов очной формы обучения)

Задания:

- 1) Выполнить анализ ЭМС в группировке РЭС радиосвязи, состоящей из двух радиопередающих (РПУ) и двух радиоприёмных устройств (РПрУ) заданного типа при заданных рабочих частотах и классах излучения радиосигналов, заданных типах и расположенных антенных устройств.
- 2) Определить наиболее опасные каналы проникновения непреднамеренных электромагнитных помех в радиоприёмных устройствах.
- 3) Предложить способы обеспечения ЭМС РЭС применительно к анализируемой группировке РЭС.

Контрольные вопросы:

1. Каким образом осуществляется математическое моделирование основного и внеполосного излучений РПУ при заданном классе излучения?
2. Запишите выражение для относительной спектральной плотности мощности основного и внеполосных излучений РПУ два класса излучения J3E.
3. Как определяется максимальное значение спектральной плотности мощности основного излучения РПУ?
4. В чём заключается особенность моделирования излучений РПУ на гармониках и субгармониках?
5. Что представляет собой частотная модель излучения (ЧМИ) РПУ? Как осуществляются её параметры?

6. Как осуществляется аппроксимация характеристики относительной частотной избирательности (ХОЧИ) РПрУ по основному и соседним каналам приёма?
7. Каким образом определяются средние частоты побочных каналов приёма РПрУ супергетеродинного типа?
8. В чём заключаются особенности аппроксимации ХОЧИ и побочным каналам приёма РПрУ супергетеродинного типа?
9. Что представляет собой частотная модель приёма (ЧМП) РПУ? Как определяются её параметры?
10. Как осуществляется частотная отбраковка помех при использовании ЧМИ РПУ и ЧМП РПрУ? Какие каналы проникновения помех при этом наиболее опасны?
11. Каким способом определяются коэффициенты связи между антенным РЭС на средних частотах каналов проникновения помех?
12. Как учитываются потери в радиочастотных кабелях, соединяющих РЭС с антеннами, на коэффициенты связи между РЭС?
13. Как осуществляется энергетическая оценка помех в каждом канале проникновения помех в РПрУ?
14. По каким критериям может осуществляться оценка ЭМС РЭС?
15. Как учитывается эффект блокирования РПрУ при анализе ЭМС?
16. Что представляет собой нелинейная модель РПрУ? Как определяются её параметры?
17. Как определяется коэффициент блокирования при использовании нелинейной модели РПрУ?
18. Каким образом определяются наиболее опасные каналы проникновения помех и источники помех?
19. Какие способы можно предложить для обеспечения ЭМС в заданной группировке РЭС?

3.1.6 Задания на контрольную работу студентов заочной формы обучения

Задача №1

Судовой радиопередатчик (ПРД) заданного типа, работающий на заданной частоте f_t с заданным классом излучения, создаёт помеху для судового радиоприёмника (ПРМ), настроенного на заданную частоту f_r в заданном режиме приёма. ПРД и ПРМ подключены к судовым антеннам штыревого типа с заданной высотой h_1 и h_2 . Расстояние между антеннами R известно. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные к задаче №1

Последняя цифра номера зачётной книжки	Данные ПРД			Расстояние между антеннами R , м	Высота передающей антенны h_1 , м	Предпоследняя цифра номера зачётной книжки	Данные ПРМ			Высота приёмной антенны h_2 , м
	Тип	Класс излучения	f_t , МГц				Тип	Режим приёма	f_r , МГц	
0	1	A1A	0.410	8	6	0	1	J3E	12.480	6
1	2	J3E	4.625	10	10	1	2	F1B	16.490	10
2	3	H3E	6.210	12	11	2	3	A1A	6.340	6
3	4	F1B	8.230	9	6	3	4	H2A	12.650	10
4	2	R3E	6.480	7	10	4	5	F1B	4.480	6
5	3	J3E	8.320	6	11	5	1	F1B	8.720	10
6	4	G1B	4.550	5	8	6	2	R3E	1.830	6
7	1	H2A	0.512	11	9	7	3	J3E	6.230	10
8	2	F1B	8.560	4	10	8	4	G1B	8.470	6
9	3	G1B	4.340	13	11	9	5	J3E	16.810	10

Примечание:

Типы ПРД: 1-«Муссон» («Муссон-2»); 2-«Бриг» («Бриг-2»); 3-«Корвет» («Корвет-2»); 4-«Барк» («Барк2»).

Типы ПРМ: 1-«Шторм»; 2-«Сибирь»; 3- «Циклоида»; 4-«Бурун»; 5-«Бригантина».

Требуется оценить среднюю мощность помехи, создаваемой ПРД на выходе тракта ПР ПРМ, и ЭМС судовых ПРД и ПРМ по критерию ЭМС:

$$\overline{P_n} \leq \overline{P_0} + k_3,$$

где $\overline{P_n}$ – средняя мощность помехи на выходе тракта ПР ПРМ, приведённая ко входу ПРМ, дБВт;

$\overline{P_0}$ – средняя мощность сигнала на выходе ПРМ, соответствующего чувствительности ПРМ, дБВт;

$\overline{k_{\Sigma}}$ – коэффициент запаса, дБ (обычно принимается 0/10 дБ).

В случае если ЭМС не обеспечивается, выявить причины несовместимости.

Рекомендации:

- 1) Рекомендуется расчёты производить в относительной (децибельной) форме.
- 2) При расчёте коэффициента связи между антеннами считать, что антенны расположены над палубой вертикально в одной плоскости. Влияние надстроек, верхнепалубных устройств, рангоута и такелажа можно пренебречь.
- 3) При оценке средней мощности помехи в тракте ПР ПРМ рекомендуется использовать кусочно-линейную аппроксимацию спектра излучения ПРД с учётом нежелательных излучений.
- 4) При моделировании ПРМ необходимо учитывать побочные каналы приёма. Рекомендуется в этом случае использовать аппроксимацию по Баттерворту характеристики частотной избирательности ПРМ по основному и соседнему каналам, а так же по побочным каналам приёма.

Задача №2

На судовой радиоприёмник (ПРМ) заданного типа, настроенный на заданную частоту f_r в заданном режиме приёма, воздействует радиопомехи от двух судовых радиопередатчиков (ПРД), работающих на известных частотах f_{i1} и f_{i2} . Уровни помех $U_{п1}$ и $U_{п2}$, создаваемых на входе ПРМ этими ПРД, известны. Данные о ПРМ и ПРД берутся из таблицы 1. Остальные данные к задаче приведены в таблице 2.

Требуется:

- 1) Рассчитать коэффициент блокирования ПРМ и оценить обеспечивается ли ЭМС ПРМ по блокированию.
- 2) Сделать частотную оценку наличия интермодуляционных помех в тракте ПР ПРМ. В случае попадания интермодуляционных помех в основной или побочные каналы приёма ПРМ рассчитать среднюю мощ-

ность интермодуляционных помех в тракте ПР ПРМ. По критерию (1) при $k_3=0$ дБ (см. Задачу №1) оценить обеспечение ЭМС ПРМ по интермодуляции.

Таблица 2. Исходные данные к задаче №2

Последняя цифра номера зачётной книжки	Напряжение помех от ПРД1, $U_{п1}$, В	Предпоследняя цифра номера зачётной книжки	Напряжение помехи от ПРД2, $U_{п2}$, В
0	2	0	5
1	10	1	3
2	3	2	6
3	12	3	2
4	5	4	8
5	14	5	4
6	7	6	10
7	15	7	1
8	4	8	9
9	13	9	11

- 3) Рассчитать коэффициент блокирования ПРМ и оценить обеспечивается ли ЭМС ПРМ по блокированию.
- 4) Сделать частотную оценку наличия интермодуляционных помех в тракте ПР ПРМ. В случае попадания интермодуляционных помех в основной или побочные каналы приёма ПРМ рассчитать среднюю мощность интермодуляционных помех в тракте ПР ПРМ. По критерию (1) при $k_3=0$ дБ (см. Задачу №1) оценить обеспечение ЭМС ПРМ по интермодуляции.

Примечания:

1. Тип и данные ПРМ выбирается из таблицы 1 по предпоследней цифре шифра.
2. Тип и данные ПРД1 выбираются из таблицы 1 по последней цифре шифра.
3. Тип и данные ПРД2 выбираются из таблицы 1 по цифре на единицу больше последней цифры шифра.

Рекомендации:

1. Следует считать допустимое значение коэффициента блокирования $K_{\text{бл. доп}}=0,3$, что соответствует уменьшению уровня полезного сигнала на выходе ПРМ на 3 дБ.
2. При оценке эффектов блокирования и интермодуляции необходимо использовать нелинейную модель ПРМ, в которой нелинейные свойства ПРМ описываются усечённым нормированным полиномом вида $U_{\text{вых}} = U_{\text{вх}} + a_3(U_{\text{вх}})^3$, где $U_{\text{вых}}$ – напряжение на выходе безынерционного нелинейного устройства (на входе линейной модели ПРМ), $U_{\text{вх}}$ – напряжение на выходе модели входной цепи ПРМ, a_3 – нормированный коэффициент, $1/V^2$.

Для нахождения значения a_3 рекомендуется воспользоваться такими параметрами ПРМ, как допустимый уровень блокирующей помехи или динамический диапазон по блокированию.

3. Избирательные свойства входной цепи ПРМ по частоте рекомендуется оценивать с использованием аппроксимации по Баттерворту, определяя её параметры по восприимчивости (избирательности) ПРМ по зеркальному каналу и на промежуточной частоте.
4. При частотной оценке интермодуляционных помех рекомендуется воспользоваться частотными параметрами каналов приёма ПРМ, соответствующих линейной модели, которая была использована в задаче №1.

3.1.7 Задания для СР курсантов очной и студентов заочной форм обучения

Содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, определено в РПД дисциплины «Электромагнитная совместимость» в таблицах 8.1 для курсантов очной формы обучения и 8.2 для студентов заочной формы обучения.

3.2 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

3.2.1 Методика подготовки и проведения занятий

Основными видами учебных занятий по дисциплине являются: лекции и лабораторные занятия.

В ходе изучения дисциплины предусматривается применение эффективных методик обучения, которые предполагают постановку вопросов проблемного характера с решением их, как непосредственно на занятиях, так и при самостоятельной работе.

При чтении лекции широко используются нормативные документы в области ЭМС: Нормы ГКРЧ; ГОСТы; ОСТы, дающие термины и определения в области ЭМС, нормы на допустимые параметры ЭМС радиопередающих устройств, источников промышленных параметров, методики измерения параметров ЭМС РЭС, а также методики оценки ЭМС РЭС. Кроме того, используются материалы и результаты научно-исследовательских работ в области ЭМС РЭС, проводимых на кафедрах ТОР и СРТС, а также диссертационных работ аспирантов кафедры.

Лабораторные занятия проводятся в двух специализированных лабораториях с использованием отечественных радиоприемных устройств, как рецепторов электромагнитных помех, измерительной аппаратуры, а также оригинальные устройства, разработанные на кафедре.

Перед началом лабораторных занятий преподаватель уточняет цель и задания, проводит инструктаж по технике электробезопасности и пожарной безопасности.

Отдельным разделом дисциплины является выполнение курсантами очной формы обучения расчетно-графической работы (РГР) на тему: «Анализ ЭМС в группировке судовых средств радиосвязи». В РГР предусмотрены: математическое моделирование излучений радиопередающих устройств; моделирование радиоприемных устройств (РПрУ) с учетом их частотной избирательности и нелинейных свойств; выявление каналов проникновения помех (КПП) в РПрУ; расчет коэффициентов связи между антеннами РЭС на средних частотах КПП; оценка средней мощности помехи в РПрУ; анализ эффекта блокирования в РПрУ. Задания на РГР выдаются индивидуальные каждому курсанту.

Контроль знаний в ходе изучения дисциплины осуществляется в виде текущего контроля, а также итоговой аттестации в форме дифференцированного зачета.

Для получения зачета по дисциплине курсанту очной формы обучения необходимо: выполнить предусмотренные лабораторные работы, защитить отчеты по ним; выполнить и защитить расчетно-графическую работу; выполнить зачетное задание.

Студенту заочной формы обучения вместо РГР необходимо выполнить и защитить контрольную работу, предусмотренную методическими указаниями по изучению дисциплины.

Знания и умения курсантов и студентов определяются оценками «**отлично**», «**хорошо**», «**удовлетворительно**», «**неудовлетворительно**». Общая оценка объявляется курсанту (студенту) после выполнения зачетного задания с учетом итогов защиты лабораторных работ и РГР (К/р). Положительная оценка («**отлично**», «**хорошо**», «**удовлетворительно**») заносится в ведомость и зачетную книжку. Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется только в ведомость.

3.2.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок за лабораторные работы

Оценка «отлично» выставляется, если курсант показал глубокие знания и понимание программного материала по теме лабораторной работы, умело увязывает лекционный материал с практикой, грамотно и логично строит ответ на контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант твердо знает программный материал по теме лабораторной работы, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на контрольные вопросы. Правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант имеет знания только основного материала по поставленным контрольным вопросам, но не усвоил его деталей, для принятия правильного решения требует наводящих вопросов, допускает отдельные неточности или недостаточно четко излагает учебный материал по теме лабораторной работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант допускает грубые ошибки в ответе на контрольные вопросы, не может применять полученные знания на практике.

Критерии выставления оценок за самостоятельную работу

Оценка «отлично» выставляется, если курсант (студент) свободно ориентируется в теме самостоятельной работы, грамотно отвечает на все вопросы по теме СР.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант (студент) знает материал темы СР, но допускает неточности в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант (студент) не полностью знает материал темы СР, допускает неточности в ответах на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант (студент) не владеет материалом темы СР и не способен отвечать на поставленные вопросы.

Критерии выставления оценок за РГР и контрольную работу

Оценка «отлично» выставляется, если курсант (студент) грамотно и без ошибок выполнил анализ ЭМС в заданной группировке судовых РЭС, сделал правильные выводы из анализа, предложил способы обеспечения ЭМС РЭС,

ответил грамотно на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется курсанту (студенту), если он без ошибок выполнил анализ ЭМС в заданной группировке судовых РЭС, сделал правильные выводы из анализа, но допускал отдельные неточности в ответах на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется курсанту (студенту), если при выполнении анализа ЭМС РЭС он допустил некоторые неточности в выводах из анализа и в ответах на поставленные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется курсанту (студенту), если при выполнении анализа ЭМС РЭС он допустил грубые ошибки, сделал неверные выводы из анализа.

Критерии выставления оценок за зачет

Оценка «отлично» выставляется курсанту (студенту), если он защитил на «отлично» лабораторные работы, РГР (или КР №1), а также грамотно ответил на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется курсанту (студенту), если он на «хорошо» и «отлично» защитил лабораторные работы, на «хорошо» выполнил и защитил РГР (или КР №1) и ответил на поставленные вопросы, допуская мелкие неточности.

Оценка «удовлетворительно» выставляется курсанту (студенту), если он на «удовлетворительно» и «хорошо» защитил лабораторные работы, на «удовлетворительно» выполнил и защитил РГР (или КР №1) и с некоторыми ошибками отвечал на поставленные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется курсанту (студенту), если он не выполнил, или не защитил лабораторные работы, или получил «неудовлетворительно» за РГР (или КР №1), а также не ответил на поставленные вопросы.

3.3 Типовые задания для самоконтроля перед итоговой аттестацией по дисциплине

- 1) Дайте определение термина «Электромагнитная совместимость (ЭМС) радиоэлектронных средств (РЭС)»
- 2) Какова связь проблемы ЭМС РЭС с проблемами помехоустойчивости и помехозащищённости РЭС?
- 3) Чем обусловлена актуальность проблемы ЭМС РЭС?
- 4) Какова иерархия проблемы ЭМС РЭС?
- 5) Как обеспечивается решение проблемы ЭМС РЭС на различных этапах жизненного цикла РЭС?

- 6) Классифицируйте виды непреднамеренных электромагнитных помех (НЭМП).
- 7) Каковы источники и виды промышленных НЭМП? Есть ли такие источники и НЭМП на морских судах?
- 8) Какие виды НЭМП наиболее опасны для работы РЭС на морских судах?
- 9) Дайте определение электромагнитной обстановки (ЭМО). Каковы особенности ЭМО на морских судах?
- 10) Дайте определение электромагнитной обстановки (ЭМО), внешней ЭМО, внутренней ЭМО.
- 11) Приведите классификацию промышленных ЭМП. Каковы допустимые уровни таких ЭМП?
- 12) Классифицируйте излучения радиопередающих устройств, дайте им определение и укажите причины возникновения.
- 13) Охарактеризуйте уровни ЭМП, создаваемых судовыми радиопередающими устройствами (РПУ) при разных рабочих частотах и уровнях мощности РПУ, а также расстояниях между передающей и приёмными антеннами.
- 14) Каковы причины появления «контактных» ЭМП на морских судах? Каковы их спектральные характеристики и меры, направленные на устранение таких ЭМП?
- 15) Охарактеризуйте сущность электродинамического, энергетического и вероятностного подходов к описанию ЭМО.
- 16) Какие показатели и критерии ЭМС могут быть использованы на разных этапах анализа ЭМС РЭС?
- 17) Приведите примеры методик экспериментальной оценки ЭМС РЭС, основанные на различных показателях и критериях ЭМС.
- 18) Опишите математическую модель основного и внеполосного излучения РПУ для различных классов излучения и уровня мощности.

- 19) В чём заключаются особенности математических моделей побочных излучений РПУ на гармониках и субгармониках?
- 20) Какова математическая модель относительной односигнальной характеристики избирательности радиоприёмного устройства (РПрУ) супергетеродинного типа?
- 21) Каковы параметры РПрУ, характеризующие эффекты блокирования, интермодуляции и перекрёстной модуляции.
- 22) Что представляет собой линейная и нелинейная модель РПрУ супергетеродинного типа?
- 23) Каким образом определяется взаимосвязь между передающей и приёмной антеннами для дальней, промежуточной и ближней зоны.
- 24) Как определить коэффициент связи между антеннами с использованием матрицы $[z]$ сопротивлений холостого хода?
- 25) Как осуществляется анализ ЭМС РЭС в дуэльной ситуации? Как при этом обеспечивается частотная и энергетическая оценка помех?
- 26) Какова методика анализа ЭМС в группировке РЭС с использованием моделей ЭМС дифференциального и интегрального вида?
- 27) Классифицируйте методы обеспечения ЭМС РЭС. Как обеспечивается ЭМС на разных этапах жизненного цикла РЭС?
- 28) Приведите примеры организационных и организационно-технических методов обеспечения ЭМС РЭС.
- 29) Каковы технические методы обеспечения внутри аппаратурной ЭМС?
- 30) Охарактеризуйте технические методы обеспечения межсистемной ЭМС РЭС.
- 31) Поясните принципы построения адаптивных компенсаторов ЭМП на входе судового РПрУ.

4 ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

4.1 Типовые задания (вопросы) на зачет с оценкой

1. В чем заключается сущность проблемы ЭМС РЭС?
2. Каковы причины обострения проблемы ЭМС РЭС?
3. Сформулируйте основные направления и задачи, возникающие при решении проблемы ЭМС РЭС.
4. Как связана проблема ЭМС РЭС с проблемами помехоустойчивости и помехозащищенности?
5. Приведите возможные варианты иерархических структур проблемы ЭМС РЭС.
6. В чём заключаются особенности проблемы ЭМС судового РЭО?
7. Каковы основные пути и методы решения проблемы ЭМС РЭС?
8. Какие международные и государственные (национальные) органы осуществляют регулирование в области ЭМС РЭС?
9. Назовите нормативные документы, соответствующие разным уровням регулирования в области ЭМС РЭС.
10. Охарактеризуйте состав и размещение РЭО рыбопромыслового судна. В соответствии с какими нормативными документами он определяется? Как состав РЭО зависит от назначения судна, района плавания? Определите число возможных источников радиопомех из состава судового РЭО.
11. Дайте определение понятий: ЭМО; внешняя ЭМО; внутренняя ЭМО. Как эти понятия используются применительно к судовым условиям?
12. Классифицируйте источники непреднамеренных электромагнитных помех (НЭМП) на судах. Приведите примеры их влияния на качество радиоприёма.
13. По каким путям распространяются НЭМП на судах? Какие из них являются наиболее опасными с точки зрения ЭМС РЭС?

14. Классифицируйте промышленные радиопомехи, возникающие на судне. Приведите данные, характеризующие уровни напряженности поля промышленных радиопомех на судах. Каковы допустимые уровни промышленных радиопомех?
15. Классифицируйте НЭМП, создаваемые судовым РЭО. Назовите все виды нежелательных излучений радиопередающих устройств и дайте физическое толкование причин их появления.
16. Охарактеризуйте уровни НЭМП, создаваемых судовыми связными радиопередатчиками разных типов. Как эти уровни зависят от уровня мощности, рабочей частоты радиопередатчика, от расстояния до передающей антенны?
17. Оцените уровень НЭМП, создаваемых судовой РЛС типа «Наяда-5» (мощность в импульсе 15 кВт) на частотах 12 и 16 МГц в полосе приема 6 кГц, если длительность зондирующего импульса РЛС равна 0,07 мкс.
18. Поясните физику процесса появления контактных радиопомех. Изобразите схему замещения контактного вторичного излучателя. Постройте спектрограммы вторичного излучения для случаев гармонического и бигармонического первичного излучений, линейного параметрического, нелинейного и нелинейно-параметрического контактов. Как зависит ширина спектра контактной радиопомехи от скорости движения судна?
19. В чем заключается сущность электродинамического, энергетического (спектрального) и вероятностного подходов к описанию ЭМО?
20. Приведите пример статистической модели ЭМО. Для решения каких задач ЭМС РЭС целесообразно использовать такую модель?
21. Качественно опишите характер влияния НЭМП на качество работы судовых средств радиосвязи и радионавигации.
22. Какие показатели качества используются для оценки работы средств радиосвязи и навигации? Как они зависят от отношения сигнал/помеха на входе детектора радиоприёмника?

23. Изобразите пороговую характеристику РЭС и определите подпороговую, пороговую и надпороговую области.
24. Дайте определение «защитного отношения». Приведите примеры значений «защитного отношения» для систем радиосвязи с различными классами излучения.
25. Какие показатели ЭМС могут быть использованы для отдельного РЭС?
26. Приведите примеры энергетических и частотных критериев ЭМС РЭС.
27. Запишите возможные варианты системных критериев для группировки РЭС.
28. Изобразите структурные или функциональные электрические схемы экспериментальных установок для оценки ЭМС РЭС, соответствующие использованию разных показателей и критериев ЭМС РЭС. Дайте пояснения к соответствующим методикам измерений.
29. Изобразите качественно спектр основного излучения РПУ с учётом внеполосных излучений. Дайте определение необходимой, занимаемой и контрольной ширины полосы излучения. Какое излучение называется совершенным?
30. Используя кусочно-линейную модель спектра основного излучения запишите общее аналитическое выражение для спектральной плотности мощности основного и внеполосных излучений, если заданы V_n , V_k , V_{40} , V_{50} , V_{60} .
31. Определите численные значения коэффициентов в этих уравнениях для классов излучения АЗЕ, JЗЕ, F1В.
32. Используя значения коэффициентов из п.31, запишите аналитические выражения спектральной плотности мощности для 2-й и 3-й гармоник, соответствующих классам излучений АЗЕ и F1В.
33. Изобразите спектрограммы интермодуляционных излучений двух совместно и одновременно работающих РПУ с частотами 100 и 110 МГц. Укажите частоты наиболее интенсивных по уровню интермодуляционных излучений каждого РПУ. Дайте соответствующее пояснение.

34. От каких факторов зависит уровень интермодуляционных излучений РПУ? Какие способы уменьшения его Вы можете предложить?
35. Изобразите структурную схему измерений побочных излучений РПУ. Поясните методику измерений.
36. Изобразите структурные схемы измерений ширины полосы радиочастот и внеполосных излучений РПУ. Поясните методику измерений.
37. Изобразите качественно характеристику относительной односигнальной частотной избирательности (ХООЧИ) РПрУ прямого усиления и супергетеродинного типа. Чем они отличаются?
38. Какими параметрами характеризуются основной, соседние и побочные каналы приёма? Как эти параметры определяются?
39. Что представляет собой линейная модель РПрУ? Как можно описать частотные свойства РПрУ по основному и соседним каналам?
40. Определите необходимый порядок полинома Баттерворта для аналитического описания основного и соседних каналов ХООЧИ, если относительная избирательность РПрУ по соседнему каналу $D_{ск}=70$ дБ при расстройке $\Delta f=12$ кГц, а полоса пропускания на уровне 3 дБ $B_3=6$ кГц.
41. Определите частоты побочных каналов приёма судового радиоприёмного устройства «Сибирь», настроенного на частоту 12832 кГц, если его 1-ая промежуточная частота равна 42218,9 кГц.
42. Как можно описать ХООЧИ по побочному каналу приёма?
43. Поясните физические процессы, происходящие в РПрУ при возникновении эффектов блокирования, интермодуляции и перекрёстной модуляции. Какими параметрами характеризуются эти эффекты?
44. Что представляет собой нелинейная модель РПрУ? Как в ней можно учитывать эффекты блокирования, интермодуляции и перекрёстной модуляции?
45. Как измеряются характеристики и параметры ЭМС судовых РПрУ?
46. Что представляет собой модель системы взаимосвязанных антенных устройств? Системами каких параметров она может быть описана?

47. Запишите уравнения связи между токами и напряжениями для двух взаимосвязанных антенн с использованием матрицы $[Z]$. Какой смысл имеют элементы матрицы $[Z]$? В чём заключаются условия взаимности, симметрии?
48. Сделайте вывод выражений, определяющих рабочие функции системы двух взаимосвязанных антенн (коэффициент связи, входное сопротивление или проводимость и т.п.) через элементы матрицы $[Z]$ или $[Y]$.
49. Запишите условия, определяющие ближнюю, промежуточную и дальнюю зоны для системы из двух взаимосвязанных антенн. Чем обусловлено такое условное разделение? Что оно даёт?
50. Как определяются элементы матрицы $[Z]$ системы из двух взаимосвязанных антенн методом наведённых ЭДС? В чём заключаются достоинства и недостатки метода?
51. Приведите качественно вид зависимостей R_{21} , X_{21} от d/λ для двух одинаковых и разных вибраторных антенн при отсутствии и наличии соосного смещения. Какие выводы вы можете сделать из этих зависимостей?
52. Рассчитайте и сравните значения коэффициентов связи между двумя несимметричными вибраторными антеннами длиной 6 и 10 м, расположенных на палубе на расстояниях 3; 6 и 10 м.
53. Как определяется матрица $[Z]$ двух взаимосвязанных проволочных антенн матричным методом моментов (Харрингтона)? В чём заключаются достоинства и недостатки этого метода?
54. Как определяются элементы матрицы $[Z]$ для системы двух взаимосвязанных антенн для дальней зоны с использованием рабочих характеристик и параметров антенн?
55. Как непосредственно определяется коэффициент связи между антеннами с использованием рабочих характеристик и параметров антенн с учетом их взаимного расположения, поляризационных свойств и потерь на пути распространения электромагнитных волн?

56. Как экспериментально в судовых условиях можно произвести оценку коэффициента связи между антеннами, элементов матрицы $[Z]$?
57. Сформулируйте возможные варианты постановки задачи анализа ЭМС РЭС применительно к дуэльной ситуации, к группировке РЭС, к общей ЭМС.
58. Какие существуют математические модели и методы анализа ЭМС РЭС?
59. Поясните возможные алгоритмы анализа ЭМС РЭС в дуэльной ситуации. Приведите выражения для расчёта средней мощности помех в ПРМ по Д. Уайту и на основе спектрального подхода.
60. В чём заключается сущность энергетической (амплитудной) и частотной оценки помех по Д. Уайту и при спектральном подходе?
61. Покажите, как можно оценить эффект блокирования в дуэльной ситуации.
62. Изобразите блок-схему алгоритма анализа ЭМС в группировке РЭС с использованием отборочной модели ЭМС дифференциального вклада.
63. В чём заключается сущность модели ЭМС интегрального вклада? Когда её целесообразно использовать?
64. Как при анализе ЭМС в группировке РЭС можно учесть эффекты блокирования, интермодуляции и перекрестной модуляции?
65. В чём заключается сущность статической теории ЭМС РЭС? Какие статистические модели ЭМО и ПРМ используются при анализе ЭМС?
66. Приведите классификацию методов обеспечения ЭМС РЭС. Приведите конкретные примеры методов из каждой группы.
67. В чём заключаются особенности задач обеспечения ЭМС РЭС на разных иерархических уровнях и стадиях жизненного цикла РЭС?
68. Назовите все известные Вам организационные методы обеспечения ЭМС РЭС и поясните их сущность. Как эти методы используются для обеспечения ЭМС судового РЭО?

69. Поясните принципы рационального использования частотного ресурса. Укажите на особенности распределения частот для морской радиосвязи.
70. Изобразите графически алгоритм выбора рабочих частот в группировке РЭС, оптимальный с точки зрения ЭМС РЭС. Поясните принцип его работы.
71. Каковы принципы размещения судовых антенн с учётом требований ЭМС РЭС?
72. В чём заключаются особенности организационно-технических методов обеспечения ЭМС РЭС? Какими параметрами РЭС можно управлять?
73. Как влияет выбор параметров радиосигналов РЭС на их ЭМС?
74. Поясните общие принципы организации управления параметрами РЭС.
75. Поясните общие принципы нормирования в области ЭМС РЭС. Приведите примеры международных, национальных и отраслевых нормативных документов в области ЭМС РЭС.
76. Классифицируйте технические методы обеспечения ЭМС РЭС. Укажите основные признаки, по которым сделана эта классификация.
77. Поясните сущность таких методов обеспечения внутриаппаратурной ЭМС, как заземление, фильтрация, экранирование и симметрирование.
78. Какие способы уменьшения взаимосвязи между проводниками и кабелями Вам известны? В чём заключается их сущность?
79. Какие существуют технические методы обеспечения внутрисистемной и межсистемной ЭМС РЭС? Что их объединяет и различает?
80. Какие способы построения РПУ с малым уровнем нежелательных излучений Вам известны? Приведите примеры соответствующих структурных схем РПУ.
81. Что представляют собой радиопередающие комплексы? Как в этих комплексах обеспечивается пространственная избирательность излучения РПУ?

82. В чём заключается сущность адаптивной компенсации помех? Приведите примеры структурных схем адаптивных компенсаторов помех (АКП) и поясните принципы их работы.
83. Изобразите структурную схему адаптивной антенной решетки (ААР) и поясните принцип её работы. За счёт чего на выходе ААР увеличивается отношение сигнал/помеха.
84. Каковы возможные алгоритмы управления ААР и АКП?
85. Каким образом можно обеспечить использование одной антенны для приёма и передачи сигналов? Как при этом обеспечивается развязка между РПУ и РПрУ?
86. Какие способы защиты РПУ от разрушающего воздействия мощных радиопомех Вам известны? Какие устройства применяют для защиты судовых РПрУ?
87. В чём заключается сущность метода бланкирования? Приведите структурную схему РПрУ, в которой реализован этот метод, и поясните принцип её работы.
88. Изобразите структурные схемы РПрУ с компенсацией радиопомех в тракте радиоприёмника и сделайте соответствующие пояснения.
89. Каковы способы увеличения динамических диапазонов РПрУ по блокированию, интермодуляции и перекрёстной модуляции?
90. Каким образом можно ухудшить восприимчивость РПрУ по побочным каналам приёма?

5 Формат сведений о ФОС и ее согласовании

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине представляет собой приложение к рабочей программе дисциплины

«Электромагнитная совместимость»

(наименование дисциплины)

образовательной программы специалитета по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» и специализациям 25.05.03 «Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота», 25.05.03 «Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита» и соответствует учебному плану, утвержденному 31 января 2018 г. и действующему для курсантов (студентов), принятых на первый курс, начиная с 2013 года.

Автор (ы) фонда – Грошев Г.А.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовых радиотехнических систем
(протокол № 9 от 18 июня 2018 г.)

Заведующий кафедрой Е.В. Волхонская /Е.В. Волхонская/

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании методической комиссии радиотехнического факультета
(протокол № 6 от 27 июня 2018 г.)

Председатель методической комиссии А.Г. Жестовский /А.Г. Жестовский/

Согласовано
начальник отдела
мониторинга и контроля Ю.В. Борисевич /Ю.В. Борисевич/