

Б1.Б.27




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)


ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДВФУ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП


(подпись) Л. Г. Стаценко
«05» «06» 2015 г (Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующая кафедрой
Электроника и средств связи


(подпись) Л. Г. Стаценко
«05» «06» 2015 г (Ф.И.О. зав. каф.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром

Направление — 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Форма подготовки – очная

курс 4 семестр 7 / курс 4

лекции 18/6 час.

практические занятия 36/12 час.

лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом.

в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 18/4 час./лаб. 0

всего часов аудиторной нагрузки 54/18 час.

в том числе с использованием МАО 18/4 час.

самостоятельная работа 90/126 час.

контрольные работы (количество) – не предусмотрено учебным планом

курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрено учебным планом

зачет – семестр 7 / курс 4

экзамен – не предусмотрено учебным планом

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 06.03.2015 № 174

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроники и средств связи, протокол №13 от «05» «06» 2015г.

Заведующая кафедрой Стаценко Л.Г. профессор каф. ЭиСС, д.ф.-м.н.
Составитель А.Ф.Ломакин

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « 10 » 07 2018 г. № 16

Заведующий кафедрой


(подпись)

И.Г. Гауценко
(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in: 11.03.02 "Infocommunication technology and communication systems"

Study profile: "Communication and radio-access systems"

Course title: "Electromagnetic compatibility and management of the radio-frequency spectrum"

Basic part of Block 1, 4 credits

Instructor: Alexander F. Lomakin

At the beginning of the course a student should be able to:

- plan, analyze and evaluate their activities;
- have the skills to work with literature, reference books, regulatory documents of the Ministry of Communications of the Russian Federation and other sources of information, including the Internet;
- Possess the ability to independently search, extract, systematize, analyze and select information necessary for the solution of educational tasks, be able to allocate the main and necessary information in it;
- possess the skills of using information devices;
- apply information and telecommunication technologies for the solution of educational tasks: audio and video recording, e-mail, the Internet, use various information devices;
- work in a team, to seek and find compromises;

Learning outcomes:

General Professional Competence:

GPC-5 is the ability to use normative and legal documentation typical for the field of infocommunication technologies and communication systems (regulatory legal acts of the Russian Federation, technical regulations, international and national standards, recommendations of the International Telecommunication Union)

GPC-7 - readiness to control compliance and ensure environmental safety

Professional Competence:

SPC-3 - the ability to carry out installation, adjustment, adjustment, adjustment, testing of operational efficiency, testing and commissioning of facilities, facilities and equipment of networks and communication organizations

SPC-5 - the ability to conduct work on managing traffic flows on the network

Course description:

The complexity of the discipline is 4 credit units, 54 academic hours, 18 hours of lectures, 36 hours of practical training, 90 hours of independent work (30 hours for preparation for the exam). Discipline is realized on the 3rd course in the 5th semester of bachelor's degree.

The processes of information transmission by means of electromagnetic waves and the laws of propagation of these waves in the near, intermediate and far zones. Natural and technical sources of electromagnetic fields and the factors of their influence on radio electronic equipment and biological objects. The established norms of the maximum permissible level of radiation and methods of protection from the effects of electromagnetic fields. The effect of interference on the normal operation of radio receivers. Causes that impair the radiation characteristics of transmitting devices. The main tasks of radio monitoring and control of the entire radio-frequency spectrum and electromagnetic environment in the surrounding space.

The purpose of this course is to form theoretical and practical knowledge of the physical processes underlying the electromagnetic compatibility of radioelectronic facilities and communication systems, ensuring the transmission and reception of useful information, the operation of radiating and receiving devices, many of which, interacting with each other, do not violate their functioning .

Main course literature:

1. Kostikov, V.G. Electromagnetic compatibility in electronic equipment [Electronic resource]: studies. manual on the discipline "Theoretical foundations of design and reliability of electronic means" / R.V. Kostikov, V.A. Shakhnov, V.G. Kostikov. —M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2012.— 128 p. - Access mode: <https://rucont.ru/efd/287574>

2. Artyomova, T. K. Electromagnetic Compatibility [Electronic resource]: problem book / A. S. Gvozdaryov, N. I. Fomichev, Yaroslav. state un-t them. P. G. Demidova, T. K. Artyomova. —Yaroslavl: YarGU, 2012. — 56 p. - Access mode: <https://rucont.ru/efd/237954>
3. Yarmolenko, V.I. Electromagnetic compatibility of radio engineering and telecommunication systems: Tutorial [Electronic resource]: Tutorial / V.I. Yarmolenko. - Yaroslavl: YarGU, 2005 .— 173 p. - ISBN 5-8397-0423-7 .— Access Mode: <https://rucont.ru/efd/206695>
4. Electromagnetic compatibility in the power industry [Electronic resource]: a tutorial / A.F. Shatalov, I.N. Vorotnikov, M.A. Mastepanenko, I.K. Sharipov, S.V. Anikuev, Stavropol State. Agricultural University. Stavropol: AGRUS, 2014. 64 p. - ISBN 978-5-9596-1058-6 .— Access Mode: <https://rucont.ru/efd/314471>

Form of final control: credit.

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» входит в базовую часть дисциплин и предназначена для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18/66 час.), практические занятия (36/12 час.), самостоятельная работа студента (90/126 час.). Дисциплина реализуется на 4 курсе в 7 семестре/4 курсе.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Электромагнитные поля и волны», «Распространение радиоволн».

Целью данного курса является формирование у студентов теоретических и практических знаний по физическим процессам, лежащим в основе электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем связи, обеспечивающим передачу и прием полезной информации, эксплуатации излучающих и принимающих устройств, множество которых, взаимодействуя между собой, не нарушают своего функционирования.

Задачи:

- сформировать у обучающихся мировоззрение в области современных информационных технологий
- получение студентами комплекса теоретических знаний в области электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем связи и управления радиочастотным спектром;
- получение студентами навыков выработки технологических требований и определения области применения оборудования, средств и сооружений связи, используемых в единой системе связи РФ;

- овладение студентами знаниями и опытом использования современных нормативных документов по обеспечению ЭМС при проектировании систем связи;

- сформировать у обучающихся практические навыки применения современных программных средств при расчете ЭМС радиоэлектронных средств и систем связи.

Для успешного изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции (элементы компетенций) по курсам :

- способность планировать, анализировать и оценивать свою деятельность;

- владение навыками работы с литературой, справочниками, нормативными документами Министерства связи Российской Федерации и другими источниками информации, включая Интернет;

- способность самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и выбирать информацию, необходимую для решения образовательных задач, иметь возможность выделять в ней основную и необходимую информацию;

- владение использованием информационных устройств;

- умение применять информационные и телекоммуникационные технологии для решения образовательных задач: аудио- и видеозаписи, электронной почты, Интернета, использования различных информационных устройств;

- умение работать в команде, искать и находить компромиссы;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции, (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-5 - способность использовать нормативную и	Знает	Основные понятия теории ЭМС, особенности формирования электромагнитной обстановки и её характеристики. Нормативные документы по

<p>правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)</p>		регулированию частотного спектра и описании ЭМО
	Умеет	Пользоваться нормативными документами по регулированию частотного спектра и деятельности в соблюдении ЭМС;
	Владеет	Приемами практического применения нормативных документов в области ЭМС и навыками анализа электромагнитной обстановки.
<p>ОПК-7 - готовность к контролю соблюдения и обеспечению экологической безопасности</p>	Знает	Современное состояние методов контроля и соблюдения требований к уровню излучения РЭС
	Умеет	Анализировать основные процессы при воздействии электромагнитных полей на здоровье людей и эффективно использовать методику расчета допустимых уровней облучения;
	Владеет	Навыками расчета допустимых уровней облучения; Навыками уменьшения влияния электромагнитных воздействий при проектировании и эксплуатации РЭС
<p>ПК-3 - способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи</p>	Знает	Основные особенности формирования электромагнитной обстановки в точке наблюдения и её характеристики и способы ее описания; Методы оценки взаимного влияния близко расположенных источников помех
	Умеет	Пользоваться нормативными документами по регулированию частотного спектра и описании ЭМО Осуществлять оценку взаимного влияния близко расположенных источников помех ;
	Владеет	Навыками обеспечения ЭМС при частотном планировании сетей сотовой связи и телерадиовещания;

ПК-5 - способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети	Знает	Принципы действия и структуру проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений с учётом ЭМС
	Умеет	Готовить задания на разработку проектных решений с учётом ЭМС
	Владеет	Навыками планирования сетей телерадиовещания в соответствии с нормативными документами по регулированию частотного спектра.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: проблемная лекция, дискуссия, защита рефератов, экспресс - тестирование.

1. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18/6 ЧАС.)

МОДУЛЬ 1. Организационные и правовые основы использования радиочастотного спектра. Технические основы анализа ЭМС РЭС (10/3 час.).

Раздел 1. Организационные и правовые основы использования радиочастотного спектра на международном и национальном уровне (4/1 час.).

Тема 1.1. Регламент радиосвязи. Планы использования полос радиочастот (2/0.5 часа).

Общие сведения Регламент радиосвязи Планы использования полос радиочастот Организационные и правовые основы использования радиочастотного спектра Управление радиочастотным спектром в Российской Федерации.

Тема 1.2. Техническое регулирование в области использования радиочастотного спектра (2/0.5 часа).

Международно-правовая защита частотных присвоений. Обязательная регистрация и координация частотных присвоений. Принципы и особенности приграничной координации.

Раздел 2. Технические основы анализа ЭМС РЭС (6/2 час.)

Тема 2.1. Излучение на выходе радиопередающих устройств и их нормирование (2/0.5 час.).

Основные технические характеристики РПДУ. Пиковая, средняя и мощность несущей. Присвоенная и занимаемая полоса частот. Типы излучений РПДУ. Проблема повышения стабильности частоты. Спектр излучений РПДУ. Основные, нежелательные и побочные излучения. Излучение на субгармониках. Излучения с комбинационными частотами. Допуски на уровни побочных излучений.

Тема 2.2. Характеристики радиоприемных устройств, влияющих на ЭМС (2/0.5 час.).

Основной и побочный каналы. Влияние величины промежуточной частоты. Интермодуляционные каналы. Нелинейные эффекты в усилителе ВЧ тракта РПДУ. Соседний канал. Определение полосы пропускания. Критерии выбора полосы пропускания. Влияние нестабильности частоты излучения и частоты приёма на выбор полосы пропускания. Реальная чувствительность приёмника. Предельная чувствительность РПУ. Восприимчивость приёмника к помехам. Виды избирательности: частотная, амплитудная, временная. Односигнальная и многосигнальная избирательность. Влияние динамического диапазона на избирательность. Блокирование РПУ помехой

Тема 2.3. Характеристики антенн, влияющих на ЭМС (2/0.5час.).

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. Обозначение в соответствии с классификацией. Параметры антенны, используемые при оценке ЭМС РЭС и их классификация. Влияние уровня шумов на ЭМС антенн. Оценка ЭМС антенн, расположенных на ограниченной территории. Влияние пассивных переизлучателей на формирование ЭМО. Виды взаимодействия антенн. Решение задач ЭМС с помощью антенной техники.

Тема 2.4. Роль радиоэлектронных средств в формировании ЭМО (2/0.5час.).

Формирование электромагнитной обстановки в точке наблюдения и её характеристики. Внешняя и Внутренняя ЭМО. Способы описания ЭМО.

Непреднамеренные помехи. Паразитные наводки. Помехи из-за собственного излучения. Естественные помехи. Виды помех. Межсистемные помехи. Внутрисистемные Внутренние шумы. Тепловой шум. Радиоизлучение солнца, планет и луны. Радиопомехи, обусловленные грозовыми разрядами. Статические разряды.

МОДУЛЬ 2. Методы обеспечения электромагнитной совместимости РЭС. Методы частотного планирования сетей радиосвязи и вещания.(8/3 час.)

Раздел 1. Обеспечение электромагнитной совместимости РЭС (1/1 час.)

Тема 1.1. Обеспечение ЭМС при помощи одноканальных и двухканальных компенсаторов помех (0.5/0.5 часа).

Тема 1.2. Обеспечение ЭМС РЭС при помощи устройств подавления импульсных помех(0.5/0.5 часа).

Раздел 2 Частотное планирование сетей радиосвязи и вещания (4/1 час.)

Тема 2.1. Принципы частотного планирования сетей радиосвязи и радиовещания распространения радиоволн (1/0.25 час).

Тема 2.2. Особенности распространения радиоволн в свободном пространстве (1/0.25 час).

Тема 2.3. Методы планирования сетей радио- и телевещания (1/0.25 час).

Тема 2.4. Методы частотного планирования сетей подвижной связи (1/0.25 час).

Раздел 3 Методы анализа и обеспечения ЭМС РЭС, расположенных на одном объекте (3/1 час).

Тема 3.1. Общая характеристика проблемы обеспечения внутриобъектовой ЭМС РЭС (1/0.25 час).

Тема 3.2. Технические параметры РЭС, влияющие на их ЭМС (1/0.25 час).

Тема 3.3. Методы анализа ЭМС РЭС, расположенных на одном объекте
Частотный анализ. Расчет энергетических характеристик радиопомех.
Расчет допустимой мощности радиопомех на входе РПМ (1/0.5 час).

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36/12 ЧАС.)

Занятие 1. Изучение методов расчета параметров беспроводных сетей связи (12/4 час)

1.Создание проекта сотовой сети, состоящей из трех трехсекторных БСС.

2. Выполнение расчета электромагнитной совместимости БСС.

3.Выполнение расчета уровня принимаемого сигнала в окрестностях каждой БСС с использованием модели RPS

4.В выбранной области для прямого канала выполнение расчета уровня сигнала и зоны перекрытия.

5.В выбранной области для обратного канала выполнение расчетов необходимой мощности передачи у абонента.

6.Выполнение расчета зон обслуживания проектируемой сети.

7.Выполнение расчета числа частотных каналов, необходимых для построения сети.

Занятие 2. Расчет межсистемной ЭМС (6/2 час)

1.Нахождение мощности радиопомехи.

2.Расчёт ЭМС сотовых систем связи.

Занятие 3. Анализ параметров источников полезного и мешающего сигналов (6/2 час)

1.Определение мощности радиопередатчика, уменьшения мощности мешающего сигнала на гармониках, потерь в фидерах, усиления антенн, уменьшения уровня мощности для частот передатчика, лежащих вне рабочей полосы частот, уменьшения коэффициента усиления антенны передатчика в направлении рецептора.

Занятие 4. Потери энергии на трассе распространения радиоволн

(6/2 час)

1. Определение медианных и дифракционных потерь, потерь в атмосферных осадках, потерь в фидере приёмного тракта, мощности на входе приёмника, отношения сигнал/(помеха+шум).

Занятие 5. Оценка условий обеспечения ЭМС (6/2 час)

1. Оценка условий обеспечения ЭМС для различных систем.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Организационные и правовые основы использования радиочастотного спектра на международном и национальном уровне.	ОПК-5	знает	устный экспресс-опрос, УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			умеет	устный экспресс-опрос, УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-1 письменное тестирование,

					УО -1 собеседование
2	Технические основы анализа ЭМС РЭС	ОПК-7	знает	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			умеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-1 письменное тестирование, УО -1 собеседование
3	Методы анализа и обеспечения ЭМС РЭС, расположенных на одном объекте	ПК-3	знает	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			умеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-1 письменное тестирование , УО -1 собеседование
4	Обеспечение электромагнитной совместимости РЭС	ПК-3	знает	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			умеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	УО -1 собеседование ПР-1 письменное тестирование
5	Частотное планирование сетей радиосвязи и вещания Методы анализа и обеспечения ЭМС РЭС	ПК-7	знает	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			умеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	устный экспресс-опрос , УО-4	УО -1 собеседование ПР-1 письменное

				Дискуссия	тестирование
--	--	--	--	-----------	--------------

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Костиков, В.Г. Электромагнитная совместимость в электронной аппаратуре [Электронный ресурс] : учеб. пособие по дисциплине «Теоретические основы конструирования и надежности электронных средств» / Р.В. Костиков, В.А. Шахнов, В.Г. Костиков .— М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012 .— 128 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/287574>
2. Артёмова, Т. К. Электромагнитная совместимость [Электронный ресурс] : задачник / А. С. Гвоздарёв, Н. И. Фомичёв, Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Т. К. Артёмова .— Ярославль : ЯрГУ, 2012 .— 56 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/237954>
3. Ярмоленко, В.И. Электромагнитная совместимость радиотехнических и телекоммуникационных систем: Учебное пособие [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В.И. Ярмоленко .— Ярославль : ЯрГУ, 2005 .— 173 с. — ISBN 5-8397-0423-7 .— Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/206695>
4. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И.Н. Воротников,

М.А. Мастепаненко, И.К. Шарипов, С.В. Аникуев, Ставропольский гос. аграрный ун-т .— Ставрополь : АГРУС, 2014 .— 64 с. — ISBN 978-5-9596-1058-6 .— Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/314471>

Дополнительная литература

1. Молошная Е.С., Фоменко О.В. Электромагнитная совместимость: учебно-практическое пособие к проведению практических занятий по курсу «Электромагнитная совместимость в электроэнергетике».— М.: Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт», 2012 г.

<https://e.lanbook.com/book/75750>

2. Ефанов В.И., Тихомиров А.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. - Т.: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 г.

<https://e.lanbook.com/book/5459>

3. Жижеленко И.В., Короткевич М.А. Электромагнитная совместимость в электрических сетях. — М.: Издательство «Высшая школа», 2012 г.

<https://e.lanbook.com/book/65619>

4. Шаталов А.Ф., Воротников И.Н., Мастепаненко М.А., Шарипов И.К. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие. –С.: Ставропольский государственный аграрный университет, 2014 г.

<https://e.lanbook.com/book/61156>

Нормативно-правовые материалы

1.Нормы 18-07. Радиопередающие устройства гражданского назначения. Требования на допустимые уровни побочных излучений. Методы контроля (решение ГКРЧ №07-19-07-001). – М.: ГКРЧ, 2007.

<http://docs.cntd.ru/>

2.Методика расчета ЭМС основных типов (групп) систем СПС с другими типами (группами) РЭС гражданского назначения, работающими в общих полосах частот в диапазонах 160 МГц, 450 МГц, 900 МГц и 2 ГГц. – М.: ГКРЧ, 2005. <http://docs.cntd.ru/>

3.ГОСТ 30318-95 Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к ширине полосы радиочастот и внеполосным излучениям радиопередатчиков. Методы измерений и контроля. – М.:2015<http://docs.cntd.ru/>

4.ГОСТ 23872-79 Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Номенклатура параметров и классификация технических характеристик. – М.:2015<http://docs.cntd.ru/>

5.ГОСТ Р 50842-95 Совместимость. Требования к побочным радиоизлучениям. Методы измерения и контроля.- М.:2015<http://docs.cntd.ru/>

6. САНПИН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях. Постановление о введении в действие санитарных правил и нормативов. <http://docs.cntd.ru/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1.http://www.opengost.ru/iso/33_gosty_iso/33100_gost_iso

2.http://umup.narod.ru/1126_1.html

3. http://www.opengost.ru/iso/33_gosty_iso/33100_gost_iso

4. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/>

5.«eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

6.Электронный фонд правовой и нормативной документации
<http://docs.cntd.ru/>

7.Академия Google Поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин <https://scholar.google.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры Е 725, Е 727	<ul style="list-style-type: none">– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);– 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;– ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для изучения дисциплины «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром» обучающемуся предлагаются лекционные и практические занятия. Кроме этого, обязательным элементом является самостоятельная работа студента.

Из общих учебных часов 90 часов отводится на самостоятельную работу студента. В рамках часов, выделенных на самостоятельную работу, студент должен производить подготовку к рейтинговым и зачетным проверкам, а также изучать темы, отведенные преподавателем на самостоятельное изучение. Успешное освоение дисциплины основывается на систематической повседневной работе студентов. Самостоятельная работа предполагает работу с литературой, нормативными документами, интернет-ресурсами, предложенными преподавателем, а также посещение консультаций, проводимых преподавателем. Систематизация материала может проводиться в виде конспектов, рефератов, табличном варианте и другими способами, удобными для обучающегося. Помимо различных методических указаний и списка рекомендуемой литературы обучающийся должен обсуждать возникающие у него вопросы на консультациях, назначаемых преподавателем.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. Обучающийся должен своевременно выполнять задания, выданные на практических занятиях, текущие контрольные работы и защищать их во время занятий или на консультации. При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу

К зачету обучающийся должен отчитаться по всем практическим занятиям.

При подготовке к зачету необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посещать консультации. Зачет проставляется по результатам рейтинга.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<p style="text-align: center;">Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования</p>	<p style="text-align: center;">Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения)</p>
<p>Лаборатория цифровой электроники и схемотехники кафедры Электроники и средств связи Инженерной школы Е 729: Моноблок Lenovo C306G-i34164G500UDK (1 шт), Акустическая система Extron SI 3CT LP (3 шт), врезной интерфейс TLS TAM 201 Standart III, документ-камера Avervision CP355AF, ЖК-панель 47" LG M4716CCBA, матричный коммутатор Extron DXP 44 DVI PRO, микрофонная петличная радиосистема Sennheiser EW 122 G3, мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, расширение для контроллера управления Extron IPL T CR48, сетевая видеочамера Multipix MP-HD718, стойка металлическая для ЖК-дисплея, усилитель мощности Extron XPA 2001-100V, усилитель-распределитель DVI сигнала Extron DVI DA2, цифровой аудиопроцессор Extron DMP 44 LC, экран проекционный ScreenLine Trim White Ice</p> <p>Мультимедийная аудитория E533. Экран с электроприводом 236*147 см TrimScreenLine; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI ProExtron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/RxExtron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CTLPExtron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус Е, ауд. Е 729, Е 533</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДВФУ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
по дисциплине **Электромагнитная совместимость и управление
радиочастотным спектром**

**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии
и системы связи**
Форма подготовки очная/заочная

**Владивосток
2015**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	5, 10 и 15 недели семестра	Закрепление лекционного материала	16/20	Проверка конспектов Тесты
2	В течение семестра	Выполнение практических заданий	28/40	Представление отчетов
3	В течение семестра	Выполнение контрольных работ	16/20	Собеседование и защита результатов контрольных работ
4	В течение семестра	Подготовка к зачету	30/42	Зачет

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Успешное освоение дисциплины основывается на систематической повседневной работе студентов. Самостоятельная работа предполагает работу с литературой, нормативными документами, интернет-ресурсами, предложенными преподавателем, а также посещение консультаций, проводимых преподавателем. Систематизация материала может проводиться в виде конспектов, рефератов, табличном варианте и другими способами, удобными для обучающегося.

Методические указания к написанию конспекта

Конспект может быть выполнен в печатной или письменной форме.

Основные требования к конспекту:

1. Тема изучаемого материала,
2. Запись основных понятий, определений, закономерностей, формул, и

т.д.,

3. Заключение по пройденному материалу,

4. Список использованных источников.

Конспекты дополняются материалами, полученными при проработке дополнительной литературы.

Методические указания к написанию отчета по практическим заданиям

Практическое задание – вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков. Практические задания являются неотъемлемой частью изучения дисциплины. В конце каждого практического задания оформляется краткий отчет в свободной форме и предъявляется по требованию преподавателя для защиты. В процессе защиты студенту предлагается ответить на контрольные вопросы.

Методические указания по подготовке к зачету

Обучающийся должен своевременно выполнять задания, выданные на практических занятиях и защищать их во время занятий или на консультации.

Для подготовки к практическим занятиям работам требуется изучение лекционного материала, уверенное знание ответов на контрольные вопросы для закрепления материала.

К концу семестра обучающийся должен сдать реферат, тесты и представить и защитить доклад по результатам выполнения творческого задания в составе группы. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в практических работах и рефератах, закрепляются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к зачету студенту необходимо использовать конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации. Зачет проставляется по результатам рейтинга. Для

допуска к зачету необходимо набрать не менее 45 баллов.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы:

Выполненные практические задания оформляется в виде краткого отчета в свободной форме (в письменном и электронном виде) и предъявляется по требованию преподавателя для защиты, в процессе которой студенту предлагается ответить на ряд контрольных вопросов. Самостоятельная работа считается выполненной, если в отчете по проделанной работе представлено письменные пояснения к полученным выводам.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы:

-100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет;

-85-76 баллов выставляется студенту, если работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

-75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

-60-50 баллов выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДФУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным
спектром»

**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии
и системы связи**

Форма подготовки очная/заочная

Владивосток

2015

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ОПК-5 - способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)</p>	Знает	<p>Основные понятия теории ЭМС, особенности формирования электромагнитной обстановки и её характеристики. Нормативные документы по регулированию частотного спектра и описании ЭМО</p>
	Умеет	<p>Пользоваться нормативными документами по регулированию частотного спектра и деятельности в соблюдении ЭМС;</p>
	Владеет	<p>Приемами практического применения нормативных документов в области ЭМС и навыками анализа электромагнитной обстановки.</p>
<p>ОПК-7 - готовность к контролю соблюдения и обеспечению экологической безопасности</p>	Знает	<p>Современное состояние методов контроля и соблюдения требований к уровню излучения РЭС</p>
	Умеет	<p>Анализировать основные процессы при воздействии электромагнитных полей на здоровье людей и эффективно использовать методику расчета допустимых уровней облучения;</p>
	Владеет	<p>Навыками расчета допустимых уровней облучения; Навыками уменьшения влияния электромагнитных воздействий при проектировании и эксплуатации РЭС</p>
<p>ПК-3 - способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи</p>	Знает	<p>Основные особенности формирования электромагнитной обстановки в точке наблюдения и её характеристики и способы ее описания; Методы оценки взаимного влияния близко расположенных источников помех</p>
	Умеет	<p>Пользоваться нормативными документами по регулированию частотного спектра и описании ЭМО Осуществлять оценку взаимного влияния близко расположенных источников помех ;</p>

	Владеет	Навыками обеспечения ЭМС при частотном планировании сетей сотовой связи и телерадиовещания;
ПК-5 - способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети	Знает	Принципы действия и структуру проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений с учётом ЭМС
	Умеет	Готовить задания на разработку проектных решений с учётом ЭМС
	Владеет	Навыками планирования сетей телерадиовещания в соответствии с нормативными документами по регулированию частотного спектра.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Организационные и правовые основы использования радиочастотного спектра на международном и национальном уровне.	ОПК-5	знает	устный экспресс-опрос, УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			умеет	устный экспресс-опрос, УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	УО-4 Дискуссия	ПР-1 письменное тестирование, УО -1 собеседование
2	Технические основы анализа ЭМС РЭС	ОПК-7	знает	устный экспресс-опрос, УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			умеет	устный экспресс-опрос, УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	устный экспресс-опрос, УО-4 Дискуссия	ПР-1 письменное тестирование, УО -1 собеседование
3	Методы анализа и обеспечения ЭМС РЭС,	ПК-3	знает	устный экспресс-опрос,	ПР-7 конспект

	расположенных на одном объекте			УО-4 Дискуссия	
			умеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-1 письменное тестирование , УО -1 собеседование
4	Обеспечение электромагнитной совместимости РЭС	ПК-3	знает	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			умеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	УО -1 собеседование ПР-1 письменное тестирование
5	Частотное планирование сетей радиосвязи и вещания Методы анализа и обеспечения ЭМС РЭС	ПК-7	знает	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			умеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	ПР-7 конспект
			владеет	устный экспресс-опрос , УО-4 Дискуссия	УО -1 собеседование ПР-1 письменное тестирование

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОПК-5 - способность использовать нормативную и правовую документацию,	знает (пороговый уровень)	Основные понятия теории ЭМС, особенности формирования	Знание определений и основных понятий предметной области ЭМС	способность дать определения основных понятий предметной области ЭМС	45-64

<p>характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)</p>		<p>электромагнитной обстановки и её характеристик и. Нормативные документы по регулированию частотного спектра и описанию ЭМО</p>	<p>знание основных понятий по теории ЭМС, знание нормативных документов по регулированию частотного спектра и описанию ЭМО</p>	<p>способность раскрыть основные понятия по теории ЭМС, способность изложить базовые положения нормативных документов по регулированию частотного спектра и описанию ЭМО на практике</p>	
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>Пользоваться нормативными и документами по регулированию частотного спектра и описания ЭМС</p>	<p>умение пользоваться нормативными документами по регулированию частотного спектра и описания ЭМС</p> <p>;</p>	<p>способность использовать нормативные документы по регулированию частотного спектра и описания ЭМС</p> <p>;</p>	<p>65-84</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>приемами практического применения средств электронной идентификации и в различных областях жизнедеятельности человека; навыком пользования нормативными и документами по регулированию деятельности в области криптозащиты информации;</p>	<p>владение терминологией предметной области «Системы РЧИ», владение практическими приемами применения средств электронной идентификации в различных областях жизнедеятельности человека; владеет приемами и навыками пользования нормативными документами по регулированию деятельности в области</p>	<p>способность профессионально разбираться в спецификациях различных средств электронной идентификации; способность пользования нормативными документами по регулированию деятельности в области криптозащиты информации систем РЧИ</p>	<p>85-100</p>

			криптозащиты информации;		
ОПК-7 - готовность к контролю соблюдения и обеспечению экологической безопасности	знает (пороговый уровень)	современное состояние методов контроля и соблюдения требований к уровню излучения РЭС	владеет приемами использования методов контроля и соблюдения требований к уровню излучения РЭС	Способность применить полученные знания для расчета допустимых уровней облучения;	45-64
	умеет (продвинутой)	анализировать основные процессы при воздействии электромагнитных полей на здоровье людей и эффективно использовать методику расчета допустимых уровней облучения;	Умение использовать приемы анализа основных процессов при воздействии электромагнитных полей на здоровье людей и эффективно использовать методику расчета допустимых уровней облучения;	способность эффективно уметь использовать методику расчета допустимых уровней облучения; применить знания для расчета допустимых уровней облучения и использовать навыки уменьшения влияния электромагнитных воздействий при проектировании и эксплуатации РЭС	65-84
	владеет (высокий)	навыками расчета допустимых уровней облучения; Навыками уменьшения влияния электромагнитных воздействий при проектировании и эксплуатации РЭС	владение методами и навыками расчета допустимых уровней облучения и уменьшения влияния электромагнитных воздействий при проектировании и эксплуатации РЭС	способность уверенно применить методику для расчета допустимых уровней облучения и использовать навыки уменьшения влияния электромагнитных воздействий при проектировании и эксплуатации	85-100

				РЭС,	
<p>ПК-3 - способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи</p>	знает (пороговый уровень)	<p>особенности формирования электромагнитной обстановки в точке наблюдения и её характеристик и способы ее описания; Методы оценки взаимного влияния близких источников помех</p>	<p>знание основ формирования электромагнитной обстановки в точке наблюдения и её характеристики и способы ее описания; »;</p>	<p>способность дать определения основных понятий формирования электромагнитной обстановки в точке наблюдения и её характеристики</p>	45-64
	умеет (продвинутый)	<p>пользование нормативным и документами по регулированию частотного спектра и описании ЭМО Осуществлять оценку взаимного влияния близких расположенных источников помех ;</p>	<p>умение использовать нормативными документами по регулированию частотного спектра и описанию ЭМО</p>	<p>способность осуществлять оценку взаимного влияния близких расположенных источников помех ;</p>	65-84
	владеет (высокий)	<p>базовыми навыками обеспечения ЭМС при частотном планировании сетей сотовой связи и</p>	<p>владение навыками проводить необходимые расчеты ЭМС при частотном планировании сетей сотовой</p>	<p>способность самостоятельно осуществлять расчеты ЭМС при частотном планировании сетей сотовой связи и</p>	85-100

		телерадиовещания	связи и телерадиовещания	телерадиовещания	
ПК-5 - способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети	знает (пороговый уровень)	принципы действия и структуру проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений с учётом ЭМС	знание базовых принципов обоснования технических решений при проектировании сетей вещания с учетом ЭМС	Способность изложить базовые принципы учета ЭМС при проектировании сетей вещания	45-64
	умеет (продвинутый)	готовить задания на разработку проектных решений с учётом ЭМС ;	умение пользоваться нормативной базой и полученными знаниями при подготовке задания на разработку проектных решений с учётом ЭМС	способность разрабатывать типовые задания на разработку проектных решений с учётом ЭМС	65-84
	владеет (высокий)	навыками планирования сетей телерадиовещания в соответствии с нормативными и документами по регулированию частотного спектра.	владение навыками разработки присвоения частотного ресурса при планировании сетей телерадиовещания	Способность самостоятельно разработать присвоение частотного ресурса при планировании сетей телерадиовещания;	85-100

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Промежуточная аттестация обучающихся является обязательной. Уровень знаний и умений, полученных студентами в результате освоения учебной программы по данной дисциплине оценивается комплексно с учетом контроля посещения занятий, экспресс опросов по темам дисциплины, выполнения практических заданий и тестов. При зачете учитывается активность студента на семинарских занятиях.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов для подготовки студентов к зачёту.

1. Каналы проникновения полезного и мешающего сигналов в приёмный тракт. Групповой сигнал
2. Способы описания ЭМО
3. Межсистемные помехи.
4. Внутрисистемные помехи.
5. Паразитные наводки.
6. Помехи из-за собственного излучения.
7. Контактные помехи.
8. Помехи вследствие самовозбуждения.
9. Индустриальные помехи.
10. Помехи от линии электропередач.
11. Помехи от сварочных аппаратов и электронагревательных приборов. Помехи электротранспорта.
12. Внутренние шумы.
13. Спектр излучений РПДУ. Паразитные излучения.
14. Требования к радиоприёмным устройствам (РПУ) для обеспечения ЭМС
15. Параметры антенны, используемые при оценке ЭМС РЭС и их классификация.

16. Оценка ЭМС антенн, расположенных на ограниченной территории. ЭМС РЭС на подвижном объекте.
17. Оценка влияния пассивных переизлучателей на формирование ЭМО.
18. Взаимодействие антенн.
19. Способы увеличения затухания в радиоканалах с учётом особенностей распространения и классификационных признаков антенн.
20. Особенности распространения радиоволн в свободном пространстве.
21. Особенности распространения земных волн различных частотных диапазонов.
22. Факторы, на которых базируется управление использованием радиоспектра.
23. Разделение служб согласно Регламенту радиосвязи.
24. Распределение частот радиоспектра по службам.
25. Классификация излучения согласно Регламенту радиосвязи.
26. Выбор рабочих частот для обеспечения ЭМС

**Критерии выставления студенту зачета
по дисциплине «Электромагнитная совместимость и управление
радиочастотным спектром»**

Баллы (рейтинго вой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
45- и выше	<i>Зачет</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает не точности, недостаточно правильные формулировки, демонстрирует нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
Менее 44	<i>«не зачтено»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту,

		<p>который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.</p> <p>Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>
--	--	---

**Календарный план контрольных мероприятий по дисциплине
«Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром»**

№	Примерная дата внесения в АРС	Примерная дата проведения	Наименование контрольного мероприятия	Форма контроля	Весовой коэффициент (%)	Максимальный балл	Минимальное требование для допуска к семестровой аттестации
1	7 неделя	1 – 7 неделя	Посещение занятий в первой трети семестра.	Контроль посещения	4	4	1
2	7 неделя	1 – 7 неделя	Экспресс опросы в первой трети семестра и тестирование	Опрос Тест	16	16	10
3	11 неделя	8 – 11 неделя	Посещение занятий во второй трети семестра.	Контроль посещения	4	4	1
4	11 неделя	8 – 11 неделя	Контрольная работа во второй трети семестра	Защита по результатам контрольной работы	16	16	10
5	16 неделя	12 – 16 неделя	Посещение занятий в последней трети семестра	Контроль посещения	4	4	1

6	16 неделя	12 – 16 неделя	Контрольная работа в последней трети	Защита по результатам контрольно й работы	16	16	10
7	16 неделя	12 – 16 неделя	Практическое задание	Отчет по выполнени ю задания	40	40	30
8	сессия	сессия	Зачет по дисциплине	Зачет			
Менее 44%					Не зачтено		
45% и более					Зачтено		

Оценочные средства для текущей аттестации

Тесты для проверки усвоения текущего материала дисциплины

(На каждый вопрос необходимо дать краткий ответ и поместить его в скобках за вопросом)

Тест №1:

1. Вызывает ли обострение проблемы ЭМС следующая причина:
возрастает общее число одновременно действующих РТУ?
2. Вызывает ли обострение проблемы ЭМС следующая причина:
повышается мощность радиопередающих устройств?
3. Вызывает ли обострение проблемы ЭМС следующая причина:
расширяются полосы рабочих частот?
4. Вызывает ли обострение проблемы ЭМС следующая причина:
увеличивается загрузка диапазонов радиочастот?
5. Вызывает ли обострение проблемы ЭМС следующая причина:
увеличивается число электронных средств автоматического управления?

6. Вызывает ли обострение проблемы ЭМС следующая причина: увеличивается оснащенность подвижных объектов средствами радиоэлектроники?
7. Вызывает ли обострение проблемы ЭМС следующая причина: увеличивается плотность компоновки аппаратуры?
8. Как ранее решалась проблема ЭМС?
9. Как проблема ЭМС решается сейчас?
10. Перечислите вид оборудования, при работе которого происходит появление электромагнитных помех?
11. Какой вид аппаратуры не принимает электромагнитные помехи?
12. Какие существуют виды помех по происхождению?
13. Когда и где уровень помех наивысший?
14. Какой вид помех характеризуется как непрерывный или импульсный процесс, который в пределах полосы пропускания приемника считают близким к нормальному белому шуму?
15. Назовите причины возникновения естественных помех
16. Назовите виды искусственных помех
17. Как называются помехи, которые специально создают для нарушения нормального функционирования РЭС?
18. Как называются помехи искусственного происхождения, которые специально не предназначены для нарушения нормального функционирования РЭС?
19. Какой вид помех имеет чаще всего широкий частотный спектр?
20. Какой вид помех имеет чаще всего ограниченный частотный спектр?
21. Какой вид помех по своему частотному спектру похож на естественные помехи?
22. Назовите причины появления внутренних шумов в приборах?
23. Каким параметром оценивают интегральное воздействие внутренних и внешних шумов?

24. Какая постоянная используется при определении мощности принятой антенной шумовых помех?
25. В какой местности уровень шумов наибольший?
26. В какую сторону изменяется уровень городских шумов с ростом частоты?
27. Как называется радиоэлектронное средство создающее в процессе работы электромагнитные помехи?
28. Какие существуют виды влияния помех на РЭС?
29. В случае свободно распространяющихся волн существует различия в воздействии помех в зависимости от местоположения, назовите эти зоны?
30. С какой скоростью убывают составляющие электромагнитного поля с расстоянием в дальней зоне?
31. В какой зоне составляющие поля изменяются обратно пропорционально расстоянию?
32. В какой зоне составляющие поля изменяются обратно пропорционально квадрату расстояния?
33. В какой зоне составляющие поля изменяются обратно пропорционально кубу расстояния?
34. Дайте определение: электромагнитная совместимость это?
35. Назовите основные задачи обеспечения ЭМС;

Тест №2

1. К какому виду характеристик относится занимаемая ширина полосы передатчика и отклонение частоты передатчика?
2. К какому виду характеристик относится чувствительность и коэффициент шума приемника?
3. К какому виду характеристик относится полоса пропускания приемника?

4. К какому виду характеристик относится ширина лепестка ДН антенны по уровню 3 дБ?
5. К какому виду характеристик относится коэффициент усиления антенны?
6. Как называется полоса частот, обеспечивающая передачу сигналов с требуемой скоростью и качеством?
7. Как называются излучения в пределах необходимой полосы частот?
8. Как называются излучения вне необходимой полосы частот?
9. Какие нежелательные излучения находятся в непосредственной близости от необходимой полосы частот?
10. К какому виду нежелательных излучений относятся излучения на гармониках и субгармониках?
11. К какому виду нежелательных излучений относятся интермодуляционные излучения?
12. Какими параметрами характеризуется внеполосное излучения?
13. Какими параметрами характеризуется шумовое излучение?

Тест №3:

1. Назовите 2 причины появления нестабильности частоты у радиопередатчиков?
2. Расширяет ли нестабильность частоты полосу частот радиоизлучений?
3. Как называется параметр, характеризующийся следующим образом: максимальное значение, на которое допускается отклонение средней частоты частотной полосы, занимаемой излучением, от присвоенного значения?
4. Чем определяется коэффициент ослабления помех антеннами?
5. Какой элемент не рассматривается при определении коэффициента ослабления помех в среде распространения?

6. Могут ли существовать интенсивные электромагнитные поля в области тени при прямолинейном распространении излучений от антенн?
7. Как называется свойство радиоприемника реагировать на электромагнитные помехи?
8. Назовите пути проникновения помех в радиоприемники?
9. Что называется основным каналом приема помех у приемников?
10. Назовите побочные каналы приема?
11. Назовите виды промышленных помех
12. Какие группы задач существуют при анализе ЭМС?
13. Какие виды оценки проводятся при исследовании выполнения ЭМС в конкретной группе средств?
14. Какие виды натурных испытаний существуют в практике ЭМС?
15. Какие методы моделирования используются в практике ЭМС?

Перечень задач для выполнения контрольных работ

Контрольная работа по модулю 1, раздел 2

1.1 Выразите мощность передатчика в дБм, если она равна: а) 1 мВт, б) 10 Вт, в) 16 Вт, г) 10 мкВт.

1.1. Погонное затухание в кабеле на выбранной частоте равно 0,1 дБ/м. Определите потери в кабеле в дБ и размах, если его длина равна:

а) 1 м, б) 10 м, в) 30 м, г) 100 м.

1.2. Мощность передатчика 50 Вт, потери в каждом из джам-перов 0,1 дБ, погонное затухание в кабеле на выбранной частоте 0,05 дБ/м, длина кабеля 30 м. Определите суммарные потери в фидере и мощность, подведённую к антенне, в Вт и дБм.

1.3. КСВ в питающем антенну кабеле равно 1,5. Определите потери на рассогласование, а также коэффициент отражения от антенны и КПД соединения «кабель – антенна».

1.4. Антенна соединена с передатчиком без магистрального кабеля,

потерями в очень коротком соединительном кабеле можно пренебречь. К антенне поступает мощность 10 Вт, максимальный коэффициент усиления антенны 18 дБ, КСВ равен 1,5. Выразите максимальный коэффициент усиления в раз, определите потери мощности и эффективную излучаемую мощность в дБм и раз.

1.5. Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости круговая, в вертикальной – описывается законом $F(\alpha) = |\sin \alpha|$. Максимальная эффективная излучаемая мощность

равна 20 дБм. Определите, какая эффективная мощность излучается в направлении 60 градусов к горизонту, к земле.

1.6. Квазимонохроматический передатчик работает на частоте 100 МГц. Определите частоты первых четырёх гармоник и субгармоник этого передатчика.

Контрольная работа по модулю 2, раздел 2

2.1. Эффективная излучаемая мощность источника равна 20 дБм. Потери на трассе распространения на выбранной частоте составили 90 дБ. Определите: а) уровень сигнала на входе приёмной антенны в дБ и мкВт; б) сможет ли приёмник среагировать на такой сигнал, если чувствительность приёмника равна 1 нВт.

2.2. Определите потери в свободном пространстве сигнала с частотой 30 ГГц при распространении на расстояние 1 км в раз и дБ.

2.3. Определите расстояние, на котором сигнал частоты

1 ГГц испытает ослабление 80 дБ.

2.4. Определите, как нужно изменить расстояние между приёмником и передатчиком, чтобы потери при распространении в свободном пространстве: а) уменьшились в 2 раза; б) уменьшились в 9 раз; в) уменьшились на 80 дБ; г) уменьшились на 40 дБ.

2.5. Сигнал частоты 3 ГГц принимается неким приёмником на

максимальном расстоянии 1 км. Определите, какой должна быть частота, чтобы при прочих равных условиях тот же приёмник мог принять сигнал на расстоянии 10 км.

2.6. Мощность передатчика равна 40 дБм, потери в фидере 3 дБ, частота сигнала 1 ГГц, коэффициент усиления передающей антенны 18 дБ, приёмная антенна – ненаправленная. Определите уровень сигнала на выходе приёмной антенны (в Вт и дБм), если она расположена на расстоянии 500 м от антенны передатчика.

2.7. Мощность передатчика равна 60 дБм, потери в фидере 3 дБ, частота сигнала 100 МГц, коэффициент усиления передающей антенны 15 дБ, коэффициент усиления приёмной антенны 5 дБ. Определите уровень сигнала на входе приёмной антенны (в Вт и дБ), если она расположена на расстоянии 1 км от антенны передатчика.

Контрольные вопросы при собеседовании и экспресс – опросе

1. Как определяется понятие электромагнитной помехи?
2. Как определяются понятия источника и рецептора помех?
3. Что представляют собой намеренные и ненамеренные воздействия
4. Какими основными видами представлены естественные радиопомехи?
5. Какими основными видами представлены искусственные радиопомехи?
6. Как определяются понятия основного и нежелательных излучений радиопередатчика?
7. Что составляет содержание понятия «*побочные излучения радиопередатчика*»?
8. Что составляет содержание понятия «*внеполосное излучение*» радиопередатчика?

9. В чем состоят причины возникновения шумовых излучений радиопередатчика?
10. Какими параметрами характеризуют нежелательные излучения радиопередатчиков?
11. Как определяется понятие «*индустриальные радиопомехи*»?
12. В чем состоят причины возникновения кратковременных индустриальных радиопомех?
13. Что представляют собой контактные помехи?
14. В чем состоит механизм прямого прохождения помех в радиоприемнике?
15. Что характеризуют понятие «*побочный канал приема*» радиоприемника?
16. В чем состоит явление блокирования в радиоприемнике? Интермодуляции?
17. Какими показателями характеризуется восприимчивость радиоприемников к воздействию НЭМП?
18. В чем состоят основные задачи анализа ЭМС?
19. В чем состоит существо задач обеспечения ЭМС на различных иерархических уровнях? Какие меры используются на указанных уровнях?
20. В чем состоит существо организационно-технических меры обеспечения ЭМС?
21. В чем состоит существо системотехнических меры обеспечения ЭМС?
22. Приведите примеры обеспечения ЭМС на основе использования пространственных факторов.
23. Приведите примеры обеспечения ЭМС на основе использования временных факторов?
24. В чем состоит существо и основные особенности обеспечения ЭМС на основе использования частотных факторов?

25. В чем состоит существо и основные особенности схемотехнических мер обеспечения ЭМС?

Перечень тем для выполнения практических заданий:

Практическое задание №1. Выявить уровень электромагнитных помех создаваемых телевизионным передатчиком с.Орлиная , Владивосток на зону обслуживания телевизионного передатчика г.Уссурийск, г.Артем на совмещенном канале.

Практическое задание №2. Выявить уровень электромагнитных помех создаваемых смартфоном на сигналы DVB-T2 принимаемых телевизионным приемником на смежных каналах

Практическое задание №3 Обеспечение ЭМС радиотехнических средств, расположенных в ближней зоне

Практическое задание №4. Обеспечение ЭМС станций цифрового ТВ вещания стандарта DVB-T2

Для выполнения практических заданий использовать открытый программный комплекс Radio Mobile и параметры одночастотной сети DVB-T2 Приморского края. Результаты расчетов по практическим заданиям оформить в виде отчета с последующей публичной защитой. Конкретное практическое задание выполняется коллективом 4-5 человек, состав которого определяет преподаватель.


Параметры передающих станций ОЧС г. Владивостока.

Пункт установки	Артем	Де-Фриз	Владивосток	о.Русский
ТВК	56	56	56	56
Мощность, кВт	0,25	0,1	5	1
Длина фидера, м	81	58	190	140
Тип антенны	3п.4э.(4-4-4-0)	АТС.08.07.920	4п.8э.	3п.4э.(4-4-4-0)

Высота геом. центра антенной системы, м	45,11	47,7	185,8	98
Ку антенны, дБд	13,46	5,565	15,49	13,53
Пункт установки	Артем	Де-Фриз	Владивосток	о.Русский
Диаграмма направленности	0,90,270	круговая	круговая	30,210,300
Высота АМС, м	72	47	180	95
Фидер	LDF 12-50	AVA7-50	HJ9-50B	RF 2 1/4"-50
Потери в фидере, дБ	1,49445	1,49445	1,5599	2,5914
Широта (WGS84) градусы	43,34111	43,26583	43,12222	43,03056
Долгота (WGS84) градусы	132,2061	131,9769	131,8986	131,8319

Входные параметры для расчета ЭМС сети DVB-T2 г. Владивостока, программный комплекс Radio Mobile

№	Параметр	Значение
Свойства карты		
1.	Центр	43 09 00,0 С 131 58 12,0 В
2.	Размер ШxВ, пиксели	2000x2000
3.	Размер ШxВ, км	50x50
4.	Источник данных высот	BIL, 1 арксекунда
5.	Источник растительности (LandCover)	.lcv, http://www.ve2dbe.com/geodata/landcover/
6.	Источник карты города	Internet OpenStreetMap
7.		
Свойства сетей		
8.	Название	DVB-T2-1MUX

9.	Частоты, МГц	750-758
10.	Поляризация	Горизонтальная
11.	Режим Вещание, % времени/мест/ситуаций	95/95/70
12.	Поверхностная рефракция	301
13.	Удельная электропроводность почвы	0,005
14.	Относительная диэл. прониц. почвы	15
15.	Климат	Умеренный над морем
16.	Топология, Флаг Зона прямой видимости	Аналоговая, Снят
17.	Станции и системы	См. таблицу с параметрами станций и систем
18.	Стиль	Все галочки стоят, +- 3 дБ, нормальный
Параметры расчета		
19.	Стационарная станция	Орлиная, Русский, Де-Фриз
20.	Мобильная станция	Приемник
21.	В сети	DVB-T2-1MUX
22.	Использовать параметры антенн	Отмечена
23.	Сохранить растровые данные в файле (TXT)	Снята
24.	Сохранить растровые данные в файле (SIG)	Снята
25.	Сохранить также не выбранные станции	Снята
26.	Complete .wav	Отмечена
27.	Сохранить изображение зоны охвата в каталоге «фреймы»	Снята
28.	Максимальное расстояние (км)	60
29.	Направление канала	Мобильный приемник
30.	Режим	Все изображение
31.	Параметры отображения сигнала	дБмкВ/м
32.	Точность (пикс)	3
33.	Лучшая станция	Снята
34.	Кнопка суммы	Отжата
35.	Стиль этой сети	Снята
36.	Многоцветный	Снята
37.	От (>=) – До	50 - (галочка снята)
38.	Цвет	
39.	Сплошной	Отмечена

Параметры станций и систем

Параметр\Станция	Орлиная	Русский	Де-Фриз	Приемник
Широта, С	43 07 20,0	42 59 19,0	43 15 48,0	0
Долгота, В	131 53 55,0	131 49 58,0	131 58 24,0	0
Мощность	5000	1000	100	1
Чувствительность RX	0,25	0,25	0,25	0,25
Затухание в линии	2,7	1,2	1,1	1
Тип антенны (привести рисунок)	4п8эт	4п8эт	Диполь	Диполь
Коэффициент	16,15	16,15	7,15	7

Параметр\Станция	Орлиная	Русский	Де-Фриз	Приемник
усиления				
Высота подвеса антенны	185	75	49	10
Затух.допол.фидера	0	0	0	0
Входит в сеть	DVB-T2-1MUX	DVB-T2-1MUX	DVB-T2-1MUX	DVB-T2-1MUX
Назначение	Передача	Передача	Передача	Прием
Система	Орлиная	Русский	Де-Фриз	Приемник
Высота подвеса антенны	Система	Система	Система	Система
Направление антенны	Стационарный	Стационарный	Стационарный	Стационарный
Азимут	0	0	0	0
Угол возвышения	0	0	0	0

Диаграмма направленности антенны передатчика с. Орлиная 4панели8этажей

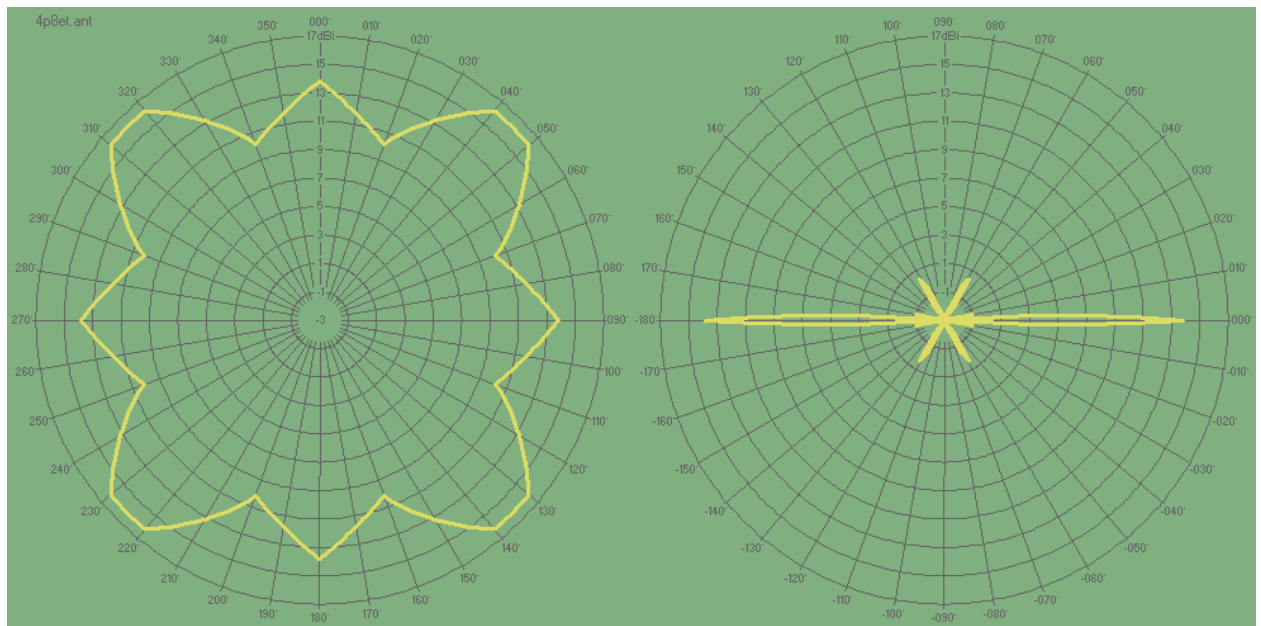
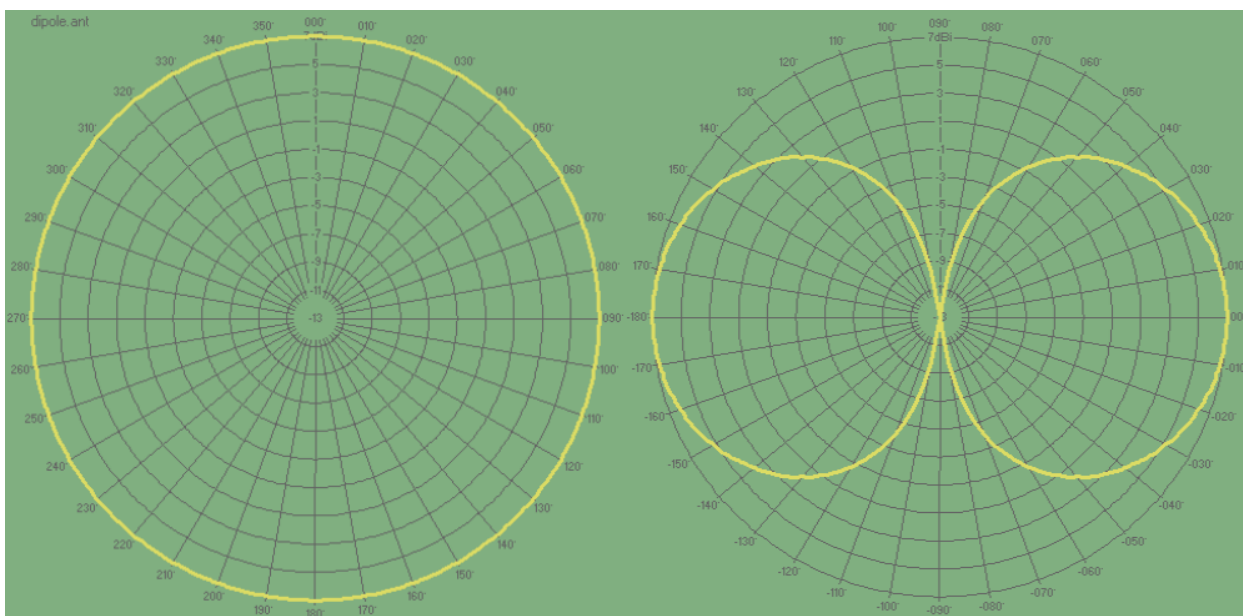


Диаграмма направленности антенны передатчика Де Фриз , Диполь



Параметры одночастотной сети г.Владивостока

Диапазон частот	750 – 758 МГц
Центральная частота	754 МГц
Режим вещания	MPLP
Вид модуляции	64QAM
Скорость кодирования	4/5
Размерность ДПФ	32к
Защитный интервал	1/16 (224 мкс)
Тип антенны	3 панели, 4 этажа
Высота подвеса	75 метров
Мощность передатчика	250 Вт

Параметры модели Лонгли-Райса для расчета бюджета канала связи.

Чувствительность приемника	26 мкВ (-91,7 дБВ) [10]
Затухания в линии	1,438 дБ
Коэффициент усиления антенны	13,46 дБд (15,6 дБи)
Поверхностная рефракция	301
Удельная электропроводность почвы	0,005 С/м
Относительная диэлектрическая проницаемость почвы	15
Климат	Умеренный
Поляризация	Горизонтальная

Диаграмма направленности антенны передатчика г.Артем

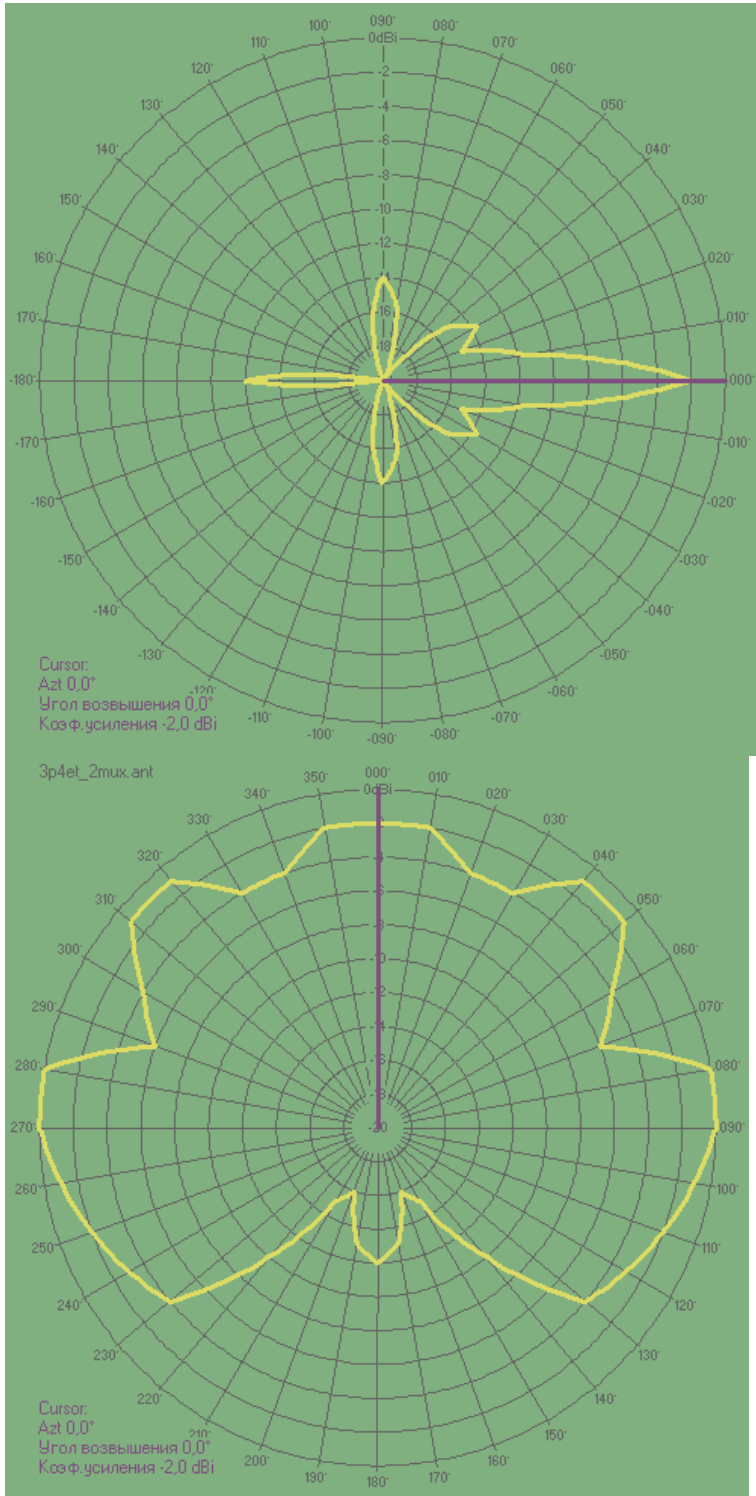
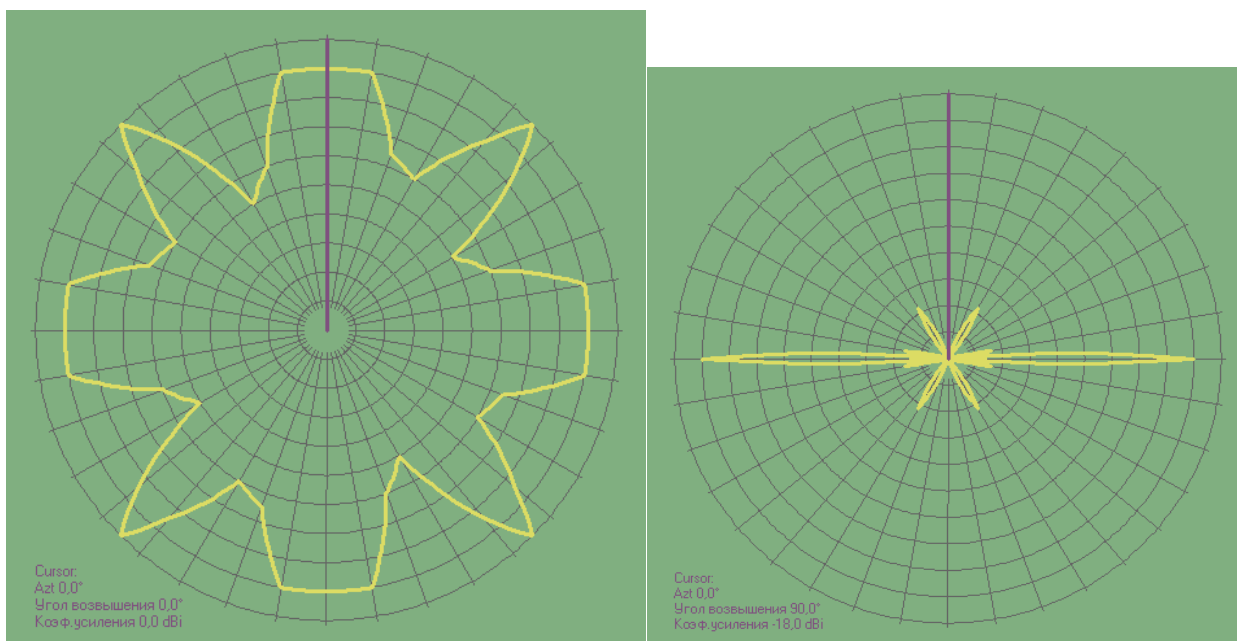


Диаграмма направленности антенны г.Уссурийска



Параметры передатчика г. Уссурийска

Диапазон частот	750 – 758 МГц
Центральная частота	754 МГц
Режим вещания	MPLP
Вид модуляции	64QAM
Скорость кодирования	4/5
Размерность ДПФ	32к
Защитный интервал	1/16 (224 мкс)
Тип антенны	4 панели, 8 этажей
Высота подвеса	65 метров
Мощность передатчика	1000 Вт

Параметры сети DVB-T2 г. Уссурийска

Чувствительность приемника	26 мкВ (-91,7 дБВ)
Затухания в линии	1,87278 дБ
Коэффициент усиления антенны	14,97 дБд (17,11 дБи)
Поверхностная рефракция	301
Удельная электропроводность почвы	0,005 С/м
Относительная диэлектрическая проницаемость почвы	15
Климат	Умеренный
Поляризация	Горизонтальная
Режим	Вещание

Критерии оценки:

-100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет;

-85-76 баллов выставляется студенту, если работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

-75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

-60-50 баллов выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.