




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования


«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДВФУ

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП


(подпись) Л.Г. Стаценко —
(Ф.И.О. рук. ОП)
«29» 06 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующая кафедрой
Электроники и средств связи (ЭиСС)


(подпись) Л.Г. Стаценко —
(Ф.И.О. зав. каф.)
«29» 06 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Распространение радиоволн

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

профиль Системы радиосвязи и радиодоступа

Форма подготовки заочная

курс 3

лекции 6 час.

практические занятия 10 час.

лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

в том числе с использованием МАО – пр. 6 час.

всего часов аудиторной нагрузки 16 час.

в том числе с использованием МАО - 6.

самостоятельная работа 124 час.

в том числе на подготовку к зачету - 4.

контрольные работы (1)

зачет 3 курс

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 №21 от «29» июня 2016г.

Заведующая кафедрой Стаценко Л.Г. профессор каф. ЭиСС, д.ф.-м.н.
Составитель доцент Лысенко А.П.



I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « 10 » 07 20 18 г. № 16

Заведующий кафедрой _____
(подпись) _____
(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: “Propagation of radio waves”

Variable part of Block 1, 4 credits

Instructor: Lysenko A.P.

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

- plan and perform a self-evaluation of self-guided work;
- generalize the results of their activities and present it using modern technologies;
- use different sources of information: books, articles, proceedings, state and international standards, dictionaries, internet resources, etc.;
- search, analyze, select, organize, convert, store and transmit necessary information;
- use telecommunication technologies for communication with remote interlocutors;
- work in a groups and reach compromises;

In addition, students must meet following competences obtained during the course “Descriptive geometry”:

Learning outcomes:

General Professional Competence:

GPC-2 – ability to solve standard problems of professional activity based on information and bibliographic culture with the use of infocommunication technologies and taking into account the basic information security requirements

Specific Professional Competence:

SPC-17 – the ability to apply modern theoretical and experimental research methods to create new promising means of telecommunications and informatics

Course description: The content of the discipline considers the basic concepts and processes of propagation of radio waves in the Earth's atmosphere. At the same time, special attention is paid to the propagation of ultrashort waves in urban development conditions. The discipline "propagation of radio waves" is logically and meaningfully connected with such courses as "Electromagnetic fields and waves" and "Antenna-feeder devices of radio communication systems".

Main course literature:

Main literature

1. Mandel A.E. Rasprostraneniye radiovoln [Propagation of radio waves] – Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR University), 2012. — 163 p. — 2227-8397. — <http://www.iprbookshop.ru/13969.html> (rus)

(http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=13969)

2. Buyanov Yu.I. Rasprostraneniye radiovoln i antenno-fidernye ustroystva [Propagation of radio waves and antenna-feeder devices] — Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (TUSUR University), 2013. — 300 p. — 2227-8397. — <http://www.iprbookshop.ru/72175.html> (rus)

(<http://www.iprbookshop.ru/14513?bid=72175>)

3. Zhukov V.M. Rasprostraneniye radiovoln i antenno-fidernye ustroystva system radiosvyazi [Propagation of radio waves and antenna-feeder devices of radiocommunication systems] — Tambov: Tambov State Technical University, 2013. — 81 p. — 2227-8397. — <http://www.iprbookshop.ru/64563.html> (rus)

(http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=64563)

Form of final control: fail-pass exam.

АННОТАЦИЯ

Данный курс предназначен для изучения в рамках подготовки бакалавров на профиле «Системы радиосвязи и радиодоступа» направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в Дальневосточном федеральном университете. Трудоемкость дисциплины 4 зачетные единицы (144 академических часа). Курс состоит из 6 часов лекций. Практические занятия занимают 10 (из них 6 часов с применением МАО – дискуссии), подготовка к зачету – 4 часа. На самостоятельную работу отведено 18 часов. Дисциплина входит в базовую часть учебного плана образовательного стандарта высшего образования ДВФУ.

Содержание дисциплины рассматривает основные понятия и процессы распространения радиоволн в атмосфере Земли. При этом особое внимание уделяется распространению ультракоротких волн в условиях городской застройки.

Дисциплина «распространение радиоволн», логически и содержательно связана с такими курсами, как «Электромагнитные поля и волны» и «Антенно-фидерные устройства систем радиосвязи».

Цель: понимание процессов распространения электромагнитных волн различных диапазонов в атмосфере Земли, факторов, влияющих на уровень сигнала в точке приёма.

Задачи: изучение условий распространения в атмосфере Земли, характеристик атмосферы и поверхности Земли, влияющих на распространение радиоволн, особенностей радиоволн в зависимости от частотного диапазона и механизма распространения; изучение особенностей распространения электромагнитных волн различных диапазонов в свободном пространстве и в реальных средах (в атмосфере над поверхностью Земли и на космических линиях связи).

В результате теоретического изучения студент должен **знать**:

-Особенности распространения радиоволн различных диапазонов,

-Параметры среды, влияющие на распространение радиоволн;

-Шумы и помехи радиоприёму, способы борьбы с ними

-Основные актуальные модели распространения радиоволн

применяемые для расчёта радиолиний

В результате практического изучения студент должен **уметь**:

-рассчитывать влияние электромагнитных параметров среды на процесс распространения радиоволн и формирование напряженности поля в точке приема;

-определять напряженность поля в точке приёма по характеристикам радиолинии.

-анализировать факторы, влияющие на работу радиолинии: шумы, рефракцию, интерференцию радиоволн, многолучевое распространение;

-применять различные модели распространения радиоволн: аналитические, эмпирические, комбинированные.

Цель: понимание процессов распространения электромагнитных волн различных диапазонов в атмосфере Земли, факторов, влияющих на уровень сигнала в точке приёма.

Для успешного изучения дисциплины "Распространение радиоволн" у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: ОПК-2 – способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением инфокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; ПК-17 – способностью применять современные теоретические и

экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ОПК-2, способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением инфокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>	Знает	<p>знает диапазоны радиоволн по частоте (длине волны); знает механизмы распространения радиоволн; знает влияние атмосферы на распространение радиоволн, знает типы тропосферной рефракции; знает особенности и отличия в распространении радиоволн диапазонов ДВ, СВ, КВ, УКВ, СВЧ и оптического диапазона;</p>
	Умеет	<p>умеет определять напряженность поля в свободном пространстве на расстоянии от источника, умеет определять мощность на входе приемника по напряженности в точке приема; умеет определять основные потери при распространении радиоволн; умеет оценить влияние шумов и помех.</p>
	Владеет	<p>владеет методами определения напряженности в точке приема и мощности на входе приемника; владеет методами расчета необходимой мощности передатчика</p>
<p>ПК-17, способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики</p>	Знает	<p>Знает современные модели распространения радиоволн по диапазонам</p>
	Умеет	<p>умеет оценивать влияние внешних факторов на радиолинии различных диапазонов, оценивать применимость моделей распространения радиоволн</p>
	Владеет	<p>владеет основными принципами построения радиолиний различного назначения и диапазона частот</p>

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (6 ЧАСОВ)

Раздел 1 (3 час.). Основные принципы распространения радиоволн.

Тема 1 (0.5 часа) Введение. Распространение радиоволн в свободном пространстве.

Влияние среды на условия распространения радиоволн. Классификация радиоволн по диапазонам. Основные задачи теории распространения радиоволн. Назначение передающей и приемной антенны. Энергетические соотношения в условиях свободного пространства. Область пространства, существенно участвующая в формировании поля на заданной радиолинии.

Тема 2 (0.5 час) Распространение земных волн над поверхностью Земли.

Физические процессы при распространении земной волны. Классификация методов расчета поля земной волны.

Поле высоко поднятого излучателя в освещенной зоне.

Поле низко расположенного излучателя в приближении плоской земли. Интерференционный множитель с учетом сферичности земли.

Поле в зонах полутени и тени.

Тема 3 (0.5 час) Электромагнитные параметры атмосферы Земли.

Строение атмосферы. Электрические параметры тропосферы и стратосферы. Локальные неоднородности диэлектрической проницаемости тропосферы. Электрические параметры ионосферы. Ионосферные возмущения.

Тема 4 (1 час) Распространение радиоволн в неоднородной атмосфере.

Преломление радиоволн. Траектория и радиус кривизны траектории волны. Типы рефракции. Эквивалентный радиус земли. Траектории радиоволн в ионосфере.

Рассеяние радиоволн слабыми неоднородностями атмосферы.

Ослабление радиоволн в атмосфере. Ослабление в газах. Ослабление в осадках. Ослабление в ионосфере.

Тема 5 (0.5 часа) Помехи радиоприему.

Замирания сигнала. Искажения сигналов в тракте распространения.

Классификация и характеристики источников внешних помех (атмосферные помехи, тепловые шумы атмосферы и поверхности земли, помехи космического происхождения, промышленные помехи). Полная мощность шумов на входе приемника. Шумовая температура антенны.

Раздел 2 (3 час.). Особенности распространения радиоволн по диапазонам.

Тема 6 (0.5 часа) Особенности распространения метровых, дециметровых и сантиметровых волн (УКВ) в пределах прямой видимости на земных радиоприемах.

Распространение УКВ земной волной. Области применения. Расчет поля в освещенной зоне с учетом рефракции. Расчет поля с учетом рельефа местности. Распространение УКВ в городе.

Тема 7 (0.5 часа) Регулярные механизмы распространения метровых, дециметровых и сантиметровых волн за пределы прямой видимости.

Дальнее тропосферное распространение УКВ (линии ДТР). Энергетические характеристики линий ДТР.

Тема 8 (0.5 часа) Особенности распространения метровых, дециметровых и сантиметровых волн на линиях космической связи.

Особенности спутниковой радиосвязи.

Потери в тракте распространения. Основные потери передачи. Ослабление и деполяризация в тропосфере. Тепловые и поляризационные потери в ионосфере. Влияние рефракции.

Внешние шумы на космической радиолнии.

Искажения сигналов в тракте распространения. Дисперсионные искажения. Деформация спектра сигнала за счет эффекта Доплера.

Тема 9 (0.5 часа) Особенности распространения декаметровых волн (КВ).

Основной механизм распространения и области применения КВ. Рабочие частоты, замирания и разнесенный прием. Время запаздывания и ограничение скорости передачи информации. Влияние ионосферных возмущений. Углы наклона траекторий и требования к диаграмме направленности КВ-антенн.

Тема 10 (0.5 часа) Особенности распространения гектометровых, километровых и мириаметровых волн (СВ и ДВ).

Основные механизмы распространения и области применения СВ. Случайные флуктуации напряженности поля. Перекрестная модуляция в ионосфере.

Механизм распространения и области применения ДВ. Расчет напряженности поля.

Тема 11 (0.5 часа) Особенности распространения волн миллиметрового и оптического диапазонов.

Основные механизмы распространения и области применения оптического диапазона. Ослабление волн оптического диапазона в атмосфере. Нелинейные эффекты в атмосфере при распространении лазерного излучения.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (10 часов)

Занятие 1. (1 час.) Распространение радиоволн в свободном пространстве.

Уровень напряженности поля в точке приема, мощность на входе приемника. Основные потери радиолинии.

Занятие 2. (1 час.) Распространение радиоволн в неоднородной атмосфере.

Рефракция в тропосфере, рефракционные замирания.

Занятие 3. (1 час.) Помехи радиоприему.

Уровень шума в зависимости от источника и диапазона радиоволн.

Занятие 4. (1 час.) Особенности распространения волн в пределах прямой видимости на земных радиолиниях.

Множитель влияния Земли, интерференционная формула, формула Введенского, Формула Шулейкина-Ван-дер-поля.

Занятие 5. (2 час.) Эмпирические модели распространения радиоволн.

Модель Окамура-Хата, модель Лонгли-Райса, Кривые распространения.

Занятие 6. (2 час.) Особенности распространения волн на линиях космической связи.

Геометрические расчёты на космической радиолинии, основные потери на космической радиолинии, поляризационные потери.

Занятие 7. (1 час.) Особенности распространения декаметровых волн.

Кривые распространения в диапазоне декаметровых волн.

Занятие 8. (1 час.) Особенности распространения волн миллиметрового и оптического диапазонов.

Нелинейные эффекты, влияние атмосферы на волны оптического диапазона.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Распространение радиоволн» 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

№	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Основные принципы распространения радиоволн	ОПК-2	знает диапазоны радиоволн по частоте (длине волны); знает механизмы распространения радиоволн; знает влияние атмосферы на распространение радиоволн, знает типы тропосферной рефракции	устный экспресс-опрос	письменное тестирование (ПР-1), вопросы: 1,3,4,6,8,9,10,12, 13,15,16,17
			умеет определять напряженность поля в свободном пространстве на расстоянии от источника, умеет определять мощность	Оценка выполнения расчетно-графического задания (ПР-12)	Контрольная работа (ПР-2), задачи 1,3,6

			на входе приемника по напряженности в точке приема; умеет определять основные потери при распространении радиоволн; умеет оценить влияние шумов и помех.		
			владеет методами определения напряженности в точке приема и мощности на входе приемника; владеет методами расчета необходимой мощности передатчика		
2	Раздел 2. Особенности распространения радиоволн по диапазонам.	ОПК-2, ПК-17	Знает особенности и отличия в распространении радиоволн диапазонов ДВ, СВ, КВ, УКВ, СВЧ и оптического диапазона;	устный экспресс-опрос	письменное тестирование (ПР-1), вопросы: 2,5,7,11,14,18,19
			Умеет оценивать влияние внешних факторов на радиолинии различных диапазонов	Творческое задание (ПР-13),	Контрольная работа (ПР-2), задачи 2,4,5
			Владеет основными принципами построения радиолиний различного назначения и диапазона частот		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и 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

(электронные и печатные издания)

1. Мандель А.Е. Распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Е. Мандель, В.А. Замотринский. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 163 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13969.html>

(http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=13969)

2. Буянов Ю.И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.И. Буянов, Г.Г. Гошин. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. — 300 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72175.html>

(<http://www.iprbookshop.ru/14513?bid=72175>)

3. Жуков В.М. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем радиосвязи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Жуков, А.Н. Сысоев. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 81 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64563.html>

(http://www.iprbookshop.ru/5748&book_id=64563)

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50680>. — Загл. с экрана.

(<https://e.lanbook.com/reader/book/50680/>)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://www.itu.int/en/ITU-R/Pages/default.aspx> «Сектор радиокommunikаций Международного Союза Электросвязи» Рекомендации по расчёту радиоволн.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для изучения дисциплины «Распространение радиоволн» обучающемуся предлагаются лекционные, практические занятия. Обязательным элементом является также самостоятельная работа. Из общих учебных часов 124 часа отводится на самостоятельную работу студента. В рамках часов, выделенных на самостоятельную работу, студент должен изучать темы, отведенные преподавателем изучение. 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 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. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в практические работах закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы.

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

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры Е 725, Е 726, 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;– AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;– оборудование Elvis II + модуль Emona DATEx. Методика «Emona DATEx



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДФУ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Направление подготовки 11.02.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль Системы радиосвязи и радиодоступа
Форма подготовки заочная

Владивосток
2016

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение семестра	Изучение теоретического материала	80	Устный опрос
2	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям	10	Устный опрос
3	В течение семестра	Расчетно-графическая работа «Оптимальные параметры радиолинии земной волны»	10	Отчёт с расчётами
4	В течение семестра, до весенней сессии	Контрольная работа	10	Контрольная работа (ПР-2)
5	Конец семестра, до зачёта	Творческое задание «Сравнительный анализ диапазонов радиоволн»	10	Отчёт в виде таблицы сравнительных характеристик
6	Конец семестра, до зачета	Подготовка к зачету	4	зачет

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Успешное освоение дисциплины основывается на систематической повседневной работе обучающегося. 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.

Задание на расчетно-графическую работу «Оптимальные параметры радиолинии земной волны»

Определите оптимальную высоту приёмной антенны при заданных параметрах радиолинии: частота передачи f , расстояние между антеннами R , высота передающей антенны $h1$, градиент диэлектрической проницаемости тропосферы по высоте gt . С учётом кривизны Земли и рефракции.

Что измениться, если рефракция станет нулевой?

Что изменится, если расстояние увеличится/уменьшится?

Как влияет поверхность Земли на результаты?

Варианты заданий для каждого определяются преподавателем.

Примерные значения параметров радиолинии:

Вариант	f , МГц	R , км	$h1$, м	gt , 10^{-8} м^{-1}
1	350	30	64	-8
2	450	29	90	-5
3	700	27	50	-15
4	900	25	50	-8
5	200	45	80	5

При выполнении задания для большей точности расчётов рекомендуется применение вычислительной техники.

Отчёт должен содержать: титульный лист, задание, обоснование метода расчета; применяемые математические формулы, графики изменения напряженности поля в зависимости от высоты приёмной антенны. Выводы по зависимости поля от рефракции, расстояния, параметров Земли.

Рекомендации к творческому заданию «Сравнительный анализ диапазонов радиоволн»

Отчет к творческому заданию состоит из таблицы сравнительных характеристик диапазонов ДВ, СВ, КВ, УКВ, СВЧ и оптического диапазона. Студент должен самостоятельно выделить значимые характеристики (больше десятка – от частотных границ диапазонов до методов расчета в диапазонах и применяемых формул) и выделить отличия и сходство диапазонов по этим характеристикам. Данная таблица включает в себя весь теоретический курс, изучаемый за семестр в очень краткой форме.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

- полнота и качество выполненных заданий;
- владение методами и приемами компьютерного моделирования в исследуемых вопросах, применение специализированных программных средств;
- качество оформления отчета о проделанной работе, использование правил и стандартов оформления текстовых и электронных документов;
- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников сети Интернет, информации нормативно-правового характера и передовой практики;
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы.



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ДФУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Название»

Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль Системы радиосвязи и радиодоступа
Форма подготовки очная

Владивосток
2016

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ОПК-2, способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением инфокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>	Знает	<p>знает диапазоны радиоволн по частоте (длине волны); знает механизмы распространения радиоволн; знает влияние атмосферы на распространение радиоволн, знает типы тропосферной рефракции; знает особенности и отличия в распространении радиоволн диапазонов ДВ, СВ, КВ, УКВ, СВЧ и оптического диапазона;</p>
	Умеет	<p>умеет определять напряженность поля в свободном пространстве на расстоянии от источника, умеет определять мощность на входе приемника по напряженности в точке приема; умеет определять основные потери при распространении радиоволн; умеет оценить влияние шумов и помех.</p>
	Владеет	<p>владеет методами определения напряженности в точке приема и мощности на входе приемника; владеет методами расчета необходимой мощности передатчика</p>
<p>ПК-17, способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики</p>	Знает	<p>знает современные модели распространения радиоволн по диапазонам</p>
	Умеет	<p>умеет оценивать влияние внешних факторов на радиолинии различных диапазонов, оценивать применимость моделей распространения радиоволн</p>
	Владеет	<p>владеет основными принципами построения радиолиний различного назначения и диапазона частот</p>

№	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства				
			текущий контроль	промежуточная аттестация			
1	Раздел 1. Основные принципы распространения радиоволн	ОПК-2	знает диапазоны радиоволн по частоте (длине волны); знает механизмы распространения радиоволн; знает влияние атмосферы на распространение радиоволн, знает типы тропосферной рефракции	Контрольная работа (ПР-2), устный экспресс-опрос	письменное тестирование (ПР-1), вопросы: 1,3,4,6,8,9,10,12, 13,15,16,17		
			умеет определять напряженность поля в свободном пространстве на расстоянии от источника, умеет определять мощность на входе приемника по напряженности в точке приема; умеет определять основные потери при распространении радиоволн; умеет оценить влияние шумов и помех.			Оценка выполнения расчетно-графического задания (ПР-12)	Контрольная работа (ПР-2), задачи 1,3,6
			владеет методами определения напряженности в точке приема и мощности на входе приемника; владеет методами расчета необходимой мощности передатчика				
2	Раздел 2. Особенности распространения радиоволн по диапазонам.	ОПК-2, ПК-17	Знает особенности и отличия в распространении радиоволн диапазонов ДВ, СВ, КВ, УКВ, СВЧ и оптического диапазона;	тест (ПР-1), устный экспресс-опрос	письменное тестирование (ПР-1), вопросы: 2,5,7,11,14,18,19		
			Умеет оценивать влияние внешних факторов на радиолинии различных диапазонов			Творческое задание (ПР-13),	Контрольная работа (ПР-2), задачи 2,4,5
			Владеет основными принципами построения радиолиний различного назначения и диапазона частот				

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Распространение радиоволн»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	показатели	баллы
ОПК-2, способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением инфокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	знает (пороговый уровень)	знает диапазоны радиоволн по частоте (длине волны); знает механизмы распространения радиоволн; знает влияние атмосферы на распространение радиоволн, знает типы тропосферной рефракции; знает особенности и отличия в распространении радиоволн диапазонов ДВ, СВ, КВ, УКВ, СВЧ и оптического диапазона;	Знание основных принципов распространения радиоволн	Знает механизмы распространения радиоволн, знает влияние параметров атмосферы на распространение (рефракция, затухание), знает особенности распространения в зависимости от диапазона	61-75
	умеет (продвинутый)	умеет определять напряженность поля в свободном пространстве на расстоянии от источника, умеет определять мощность на входе приемника по напряженности в точке приема; умеет определять основные потери при распространении радиоволн; умеет оценить влияние шумов и помех.	Умение рассчитывать уровень поля в точке приёма	Умеет рассчитывать поле в свободном пространстве, в приближении плоской Земли, в пределах прямой видимости и за пределами прямой видимости.	76-85
	владеет (высокий)	владеет методами определения напряженности в точке приема и мощности на входе приемника; владеет методами расчета необходимой мощности передатчика	Владение методами расчета полей различных диапазонов	Владеет методами расчета основных потерь радиолинии, множителя влияния Земли для высоко- и низкорасположенных антенн, множителей влияния гидрометеоров, атмосферы.	86-100

ПК-17, способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	знает (пороговый уровень)	знает современные модели распространения радиоволн по диапазонам	Знание современных моделей распространения	Знает модель Окамура-Хата, модель Лонгли-Райса, кривые распространения МСЭ, условия и особенности их применения	61-75
	умеет (продвинутый)	умеет оценивать влияние внешних факторов на радиолинии различных диапазонов, оценивать применимость моделей распространения радиоволн	Умеет применять модели распространения	Умеет определять напряженность поля в точке приёма и мощность на входе приёмника по указанным моделям распространения.	76-85
	владеет (высокий)	владеет основными принципами построения радиолиний различного назначения и диапазона частот	Владение принципами построения линий радиосвязи	Умеет выбирать модель распространения и рассчитывать уровень сигнала в заданной линии или мощность передатчика для заданного минимального уровня сигнала в точке приема	86-100

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Итоговая оценка по дисциплине формируется на основе рейтинговой системы.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Распространение радиоволн»

Баллы (рейтинго вой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-85	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.
85-76	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.
75-61	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Темы вынесенные на зачет.

1. Среда как элемент линии радиосвязи. Влияние земли и атмосферы на распространение радиоволн. Ослабление и искажение сигналов.
2. Классификация радиоволн по частотным диапазонам и по механизмам распространения.
3. Область пространства, существенно участвующая в распространении радиоволн. Зоны Френеля.

4. Распространение земной волны при поднятых антеннах. Интерференционная формула и область её применения.

5. Дальность прямой видимости. Учет сферичности Земли в интерференционных формулах. Приведенные высоты антенн. Зоны света, тени и полутени.

6. Неоднородность электромагнитных свойств тропосферы на различных высотах. Состав и структура. Коэффициент преломления и индекс рефракции.

7. Состав и структура ионосферы. Распределение свободных электронов по высоте. Регулярные слои ионосферы D, E и F.

8. Рефракция радиоволн в атмосфере. Искривление траектории луча и радиус кривизны траектории. Различные виды тропосферной рефракции. Механизмы дальнего тропосферного распространения радиоволн.

9. Преломление в ионосфере наклонно падающих лучей, условие поворота луча на Землю. Отражение от ионосферы вертикально падающих лучей. Критическая частота.

10. Влияние постоянного магнитного поля Земли на распространение волны в ионосфере.

11. Ослабление радиоволн. Поглощение в тропосфере и в ионосфере.

12. Механизм рассеяния радиоволн на локальных неоднородностях диэлектрической проницаемости атмосферы, рассеяние единичной неоднородностью, эффективная площадь рассеяния.

13. Замирания, их свойства и причины. Общие характеристики замираний.

14. Классификация помех. Шумовая (яркостная) температура. Характеристики помех от различных источников природного происхождения. Индустриальные помехи.

15. Особенности распространения радиоволн различных частотных диапазонов с учетом влияния атмосферы и земной поверхности.

Пример теста на минимальное освоение курса.

1. Явление огибания радиоволнами препятствий называют. . .
 - Дифракцией ○ Рефракцией ○ Интерференцией ○ Отражением
2. Для расчета поля волны какого диапазона используется интерференционная формула?
 - КВ и УКВ ○ СВ и КВ ○ ДВ и СВ ○ Только для УКВ
3. Максимальная частота, отражающаяся от определенного слоя ионосферы при вертикальном падении называется:
 - Нулевая частота ○ Субчастота ○ Критическая частота ○ Сверхчастота
4. Градиент показателя преломления тропосферы по высоте больше нуля, куда отклоняется волна при распространении в тропосфере над землей:
 - К Земле ○ От земли
 - Не отклоняется ○ Распространяется параллельно земле
5. Волны какого диапазона отражаются от слоя D в ионосфере при вертикальном падении?
 - ДВ ○ СВ ○ КВ ○ УКВ
6. Поверхностными называют волны, которые. . .
 - Распространяются параллельно земной поверхности;
 - Уходят за пределы ионосферы
 - Последовательно отражаются от земли и ионосферы ○ Поглощаются ионосферой
7. Волны какого диапазона испытывают наибольшее поглощение во время дождя

ДВ СВ КВ УКВ

8. При какой рефракции увеличивается расстояние прямой видимости?

a. Отрицательной b. Положительной c. Нулевой d. Критической

9. Основные потери передачи зависят от:

Расстояния от источника и мощности передатчика

Расстояния от источника и длины волны

Мощности передатчика, КНД антенн и расстояния от источника

Характеристик антенн, передатчика и среды

10. Высоты антенн равны 100 метров, чему равно расстояние прямой видимости при отсутствии рефракции

45 километров 71 километр 81 километр 65 километров

11. В каком диапазоне характернее всего проявляются промышленные помехи?

ДВ СВ КВ УКВ

12. Изменение плоскости поляризации волны в ионосфере называют. . .

Эффект Френеля Эффект Фарадея Дисперсия Рефракция

13. Диаметр доминантной области радиолинии зависит от. . .

Частоты излучаемого сигнала

Длины волны

Длины волны и расстояния от антенн

Длины волны, расстояния от антенн, мощности передатчика

14. Приближение для высоко поднятых антенн используется в основном в диапазоне. . .

ДВ ДВ и СВ СВ и КВ КВ и УКВ

15. Волны с частотами от 3 МГц до 30 МГц относятся к диапазону. . .

- ДВ ○ СВ ○ КВ ○ УКВ

16. Замирания – это. . .

- случайные изменение уровня сигнала
- отсутствие сигнала в точке приёма
- задержка сигнала в точке приёма
- интерференция сигнала в точке приёма

17. (задача) Определите градиент диэлектрической проницаемости и тип рефракции, если расстояние прямой видимости составило 1.2 расстояния прямой видимости в отсутствии рефракции.

18. Коэффициент расходимости в интерференционной формуле учитывает. . .

- Уменьшение напряженности поля за счет расходимости сферической волны
- Влияние на земную волну сферичности поверхности земли
- Расходимость фаз между прямой и отраженной волнами
- Расхождение между направлением распространения прямой и отраженной волн

19. Приведенные высоты антенн учитывают

- Сферичность поверхности земли
- Разность высот приемной и передающей антенн
- Влияние тропосферной рефракции
- Расхождение между направлением распространения прямой и отраженной волн

20. Определите разность хода лучей и разность фаз между прямой и отраженной от земли волнами при на расстоянии $r = 25$ км, при высотах

антенн 30 м и 60 м, на частоте 2 МГц. Комплексный коэффициент отражения от земли составляет $R = -1$. Без учёта рефракции

Пример задач на контрольную работу

1. Определить плотность потока мощности в среде с параметрами $\epsilon = 3$, $\mu = 1$, $\sigma = 2 \cdot 10^{-3}$, если действующее значение напряженности магнитного поля составляет $H_d = 3.3$ мкА/м на частоте $f = 2 \cdot 10^5$ Гц.

2. Определите разность хода лучей и разность фаз между прямой и отраженной от земли волнами при на расстоянии $r = 2 \cdot 10^4$ м, при высотах антенн $h_1 = 30$ м, $h_2 = 60$ м, на частоте $f = 2 \cdot 10^6$ Гц. Комплексный коэффициент отражения от земли составляет $R = -1$. При стандартной рефракции.

3. Определите основные потери передачи (в децибелах) при протяженности линии $r=30$ км и частоте передачи $f=100$ МГц.

4. Определить минимальную частоту передачи, используемую для связи с космическим объектом находящимся строго вертикально над точкой передачи, если максимальная концентрация электронов в ионосфере составляет $N_{e\max} = 3 \cdot 10^5$ эл/см³.

5. Определите мощность на входе приёмника P_2 при дальнем тропосферном распространении, если расстояние между антеннами $r=500$ км, частота передачи $f=2$ ГГц, мощность передатчика $P_1=600$ кВт, коэффициенты усиления антенн $G_1=40$ дБ, $G_2=40$ дБ, коэффициенты полезного действия приёмного и передающего фидеров $\eta_1 = 0.98$ и $\eta_2 = 0.98$. При таких коэффициентах усиления антенн «потери усиления» составят $\Delta G = -6$ дБ. медианное значение множителя ослабления $V_{MM} = -96$ дБ, отклонение множителя ослабления от медианного составит $\Delta V_{MM}(T) = -14$ при приёме на 4 антенны и проценте времени срыва связи $T=0.1\%$.

6. Определите расстояние прямой видимости при отсутствии рефракции и при градиенте диэлектрической проницаемости тропосферы по высоте $g_T = 5 \cdot 10^{-8}$ м⁻¹, если высоты антенн $h_1=30$ м и $h_2=80$ м.

Задание на расчетно-графическую работу «Оптимальные параметры радиолинии земной волны»

Определите оптимальную высоту приёмной антенны при заданных параметрах радиолинии: частота передачи f , расстояние между антеннами R , высота передающей антенны hI , градиент диэлектрической проницаемости тропосферы по высоте gt . С учётом кривизны Земли и рефракции.

Что изменится, если рефракция станет нулевой?

Что изменится, если расстояние увеличится/уменьшится?

Как влияет поверхность Земли на результаты?

Варианты заданий для каждого определяются преподавателем.

Примерные значения параметров радиолинии:

Вариант	f , МГц	R , км	hI , м	gt , 10^{-8} м^{-1}
1	350	30	64	-8
2	450	29	90	-5
3	700	27	50	-15
4	900	25	50	-8
5	200	45	80	5

При выполнении задания для большей точности расчётов рекомендуется применение вычислительной техники.

Отчёт должен содержать: титульный лист, задание, обоснование метода расчета; применяемые математические формулы, графики изменения напряженности поля в зависимости от высоты приёмной антенны. Выводы по зависимости поля от рефракции, расстояния, параметров Земли.

Творческое задание «Сравнительный анализ диапазонов радиоволн»

Отчет к творческому заданию состоит из таблицы сравнительных характеристик диапазонов ДВ, СВ, КВ, УКВ, СВЧ и оптического диапазона. Студент должен самостоятельно выделить значимые характеристики (больше десятка – от частотных границ диапазонов до методов расчета в диапазонах и применяемых формул) и выделить отличия и сходство диапазонов по этим характеристикам. Данная таблица включает в себя весь теоретический курс, изучаемый за семестр в очень краткой форме.

Критерии оценки работы:

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. 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; графически работа оформлена правильно.

✓ 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. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы 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.