



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента электроники,  
телекоммуникации и приборостроения

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 27 » января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**

Космические и наземные средства радиосвязи

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

**Образовательная программа: Системы радиосвязи и радиодоступа**

**Форма подготовки: очная**

курс 4 семестры 8

лекции 36 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом

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

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 90 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) – не предусмотрено учебным планом

курсовая работа / курсовой проект – 8 семестр.

зачет – не предусмотрено учебным планом

экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 № 930

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроники и средств связи, протокол №7 от «27» января 2021 г.

Директор департамента: д.ф.-м.н., профессор Л.Г. Стаценко

Составитель: д.т.н., профессор И.М. Оршук

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

## **Аннотация дисциплины «Космические и наземные средства радиосвязи»**

Дисциплина «Космические и наземные средства радиосвязи» предназначена для изучения в рамках направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Системы радиосвязи и радиодоступа». и входит в вариативную часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.В.12).

Общая трудоемкость составляет 144 часа (4 зачетные единицы). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (44 часа), практические занятия (22 часа) и самостоятельная работа студента (78 часов, в том числе 36 часов на экзамен). Дисциплина реализуется на 4 курсе в 8 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Дисциплина «Космические и наземные средства радиосвязи» опирается на уже изученные дисциплины такие как «Основы построения телекоммуникационных систем», «Общая теория связи». В свою очередь она необходима для изучения дисциплин магистерской программы по данному направлению.

**Цель дисциплины** - изучение основных аспектов проблем радиосвязи, смежных с ними фундаментальных вопросов распространения радиоволн, применительно к космическим и наземным системам радиосвязи.

### **Задачи дисциплины:**

- рассмотреть вопросы проектирования наземных и бортовых приемно-передающих комплексов и систем связи.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи;
- умение организовывать и осуществлять систему мероприятий по охране труда и технике безопасности в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта телекоммуникационного оборудования.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения

образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и наименование обще профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ПК-1</b> Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи.	ПК-1.1 Анализирует статистические параметры трафика.
	ПК-1.3 Анализирует статистику основных показателей эффективности радиосистем.
<b>ПК-6</b> Способен осуществлять развитие транспортных сетей и сетей передачи данных, включая сети радиодоступа, спутниковых систем, коммутационных подсистем и сетевых платформ	ПК-6.3 Разрабатывает технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 Анализирует статистические параметры трафика.	Знает статистические параметры трафика.
	Умеет анализировать статистические параметры трафика.
	Владеет навыками анализа трафика и реализации полученных знаний на практике.
ПК-1.3 Анализирует статистику основных показателей эффективности радиосистем.	Знает основные показатели эффективности радиосистем.
	Умеет вести статистику основных показателей эффективности радиосистем..
	Владеет навыками анализа статистики основных показателей эффективности радиосистем..

ПК-6.3 Разрабатывает технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям.	Знает технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию и спутниковым решениям.
	Умеет разрабатывать технические требования для оборудования и спутниковых решений.
	Владеет навыком анализа необходимых технических требований для последующей практической реализации.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Космические и наземные средства радиосвязи» применяются следующие методы активного обучения: проблемная лекция, дискуссия.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **Тема 1. Назначение наземных и космических систем радиосвязи и телерадиовещания (2/1 час.)**

Введение. Основные виды связи и их характеристики. Эволюция их развития. Рода и сети связи. Организация построения и использования систем связи. Линии радиосвязи и радиовещания. Радиорелейные линии: назначение и их разновидности. Спутниковые системы связи их назначение и разновидности.

## **Раздел I. Влияние атмосферы на распространение радиоволн (10/4 час.)**

### **Тема 2. Ослабление напряженности поля в атмосфере (2/1 час)**

Основные энергетические соотношения для радиотрасс в свободном пространстве. Ослабление поля в реальном пространстве. Множитель ослабления свободного пространства.

### **Тема 3. Влияние атмосферы на распространение радиоволн в зоне прямой видимости (2/1 час.)**

Существенная область однородного пространства, влияющая на распространение радиоволн. Пространственно-временные изменения диэлектрической проницаемости тропосферы. Рефракционные свойства земной атмосферы. Уравнение траектории волны

### **Тема 4. Переизлучение электромагнитной энергии от неоднородностей атмосферы (2/1 час.)**

Отражение от неоднородностей атмосферы. Коэффициенты отражения. Отражение радиоволн от слоев и полупространства.

### **Тема 5. Ослабление напряженности поля электромагнитных волн в атмосфере (4/1 час.)**

Физические причины ослабления напряженности поля. Поглощение в газах. Ослабление в тумане и облаках. Ослабление в дожде, граде и снеге. Деполяризационные явления за счет осадков.

## **Раздел II. Влияние подстилающей поверхности на распространение УКВ радиоволн (8/2 час.)**

### **Тема 6. Модель радиотрассы со сферической поверхностью Земли (4/1 час.)**

Причины ослабления напряженности поля поверхностных волн для случая гладкой сферической Земли. Множитель ослабления при распространении в зоне прямой видимости. Коэффициент отражения Земли и влияние на него структуры неоднородностей. Множитель ослабления в зоне полутени и тени.

### **Тема 7. Трассы с одиночным препятствием (4/1 час.)**

Особенности реальных трасс. Построение профиля трассы. Трассы с положительным просветом. Трассы с отрицательным просветом. Учет влияния рефракции на множитель ослабления

## **Раздел III. Дестабилизирующие факторы в каналах связи (8 /2 час.)**

### **Тема 8. Помехи радиолиний (2/1 час.)**

Источники помех. Полная мощность шума на входе приемника. Антенная температура. Космические шумы. Шумы теплового излучения Земли. Шумы за счет поглощения в газах и гидрометеорах.

### **Тема 9. Замирания в каналах связи (6/1 час.)**

Физические причины замираний. Замирания, вызываемые изменениями вертикального градиента диэлектрической проницаемости воздуха. Замирания, вызываемые отражениями от слоистых неоднородностей в тропосфере. Замирания за счет ослабления в гидрометеорах.

## **Раздел IV. Спутниковые каналы связи (12/2 час.)**

### **Тема 10. Основные характеристики систем связи и вещания использующих искусственные спутники земли (4/1 час.)**

Особенности построения спутниковых систем связи и вещания. Основные характеристики траектории движения искусственного спутника Земли. Классификация спутниковых систем связи. Основные эксплуатационные параметры спутниковых систем связи.

### **Тема 11. Дестабилизирующие факторы в спутниковых системах связи и вещания (6/1 час.)**

Влияние рефракционных изменений атмосферы и ионосферы на траекторию волны. Замирания сигнала за счет неоднородностей тропосферы и ионосферы. Влияние магнитного поля Земли на плоскость поляризации волны в ионосфере. Влияние отражений от земной поверхности. Ослабление волны за счет газов и гидрометеоров. Дисперсионные искажения сигналов в атмосфере. Доплеровское смещение частоты и запаздывание сигнала. Недостатки спутниковых систем связи, использующих ИСЗ на геостационарных орбитах.

### **Тема 12. Способы ретрансляции и энергетические характеристики систем спутниковой связи (2/0 час.)**

Схемы активной ретрансляции в спутниковых системах связи. Энергетические характеристики бортового и земного оборудования спутниковых систем связи.



## II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Практические занятия (20/18 час. из них МАО 20/18 час.)

#### Занятие 1. Оценка энергетического запаса на замирания в канале связи (2/2 час. из них МАО «Дискуссия» 2/2 час.)

Определить множитель ослабления  $V_{\min}$  для телефонного ствола при заданных значениях:

- сигнал/шум -  $\gamma_{\min}$ ;
- коэффициенте передачи свободного пространства -  $L_0$ ;
- коэффициенте шума приемника  $\Pi$ ;
- мощности передающей станции  $P_1$ ;
- КПД фидеров  $\eta_{\Phi 1(2)}$ ;
- коэффициентах усиления антенн  $G_1=G_2$ ;
- шумовой полосе  $\Pi_{\text{ш}}$ .

#### Занятие 2. Оценка уровня шумов в канале связи (2/0 час. из них МАО «Дискуссия» 2/0 час.)

Определить полную мощность шума на входе ТВ приемника, если заданы:

- КПД антенны;
- КПД фидера;
- коэффициент шума ТВ приемника  $\Pi$ ;
- шумовая полоса  $\Pi_{\text{ш}}$  при температуре среды  $T_0 = 300\text{K}$ .

#### Занятие 3. Оценка параметров радиотрассы с одиночным препятствием (2/2 час. из них МАО «Дискуссия» 2/2 час.)

Определить абсолютную величину просвета без учета рефракции для первого интерференционного максимума при известных параметрах:

- длине волны;
- длине пролета  $R$ ;
- расстоянию до препятствия  $R_1$ .

**Занятие 4. Оценка требуемых параметров передающего оборудования для заданной радиотрассы (2/2 час. из них МАО «Дискуссия» 2/2 час.)**

Определить минимальную мощность передатчика РРЛ станции для обеспечения соотношения сигнал/шум на входе радиоприемного устройства  $\gamma_{\min}$ , при заданных параметрах:

- коэффициенте шума приемника  $\Pi$ ;
- мощности шума на входе приемника  $P_{\text{ш}}$ ;
- множителе ослабления для пролета ( $V_{\min}$ );
- коэффициенте передачи свободного пространства пролета ( $L_0$ );
- коэффициенте передачи антенно-фидерного тракта (передачи и приема) –  $L_{\Sigma}$ .

**Занятие 5. Оценка замираний за счет отражений от неоднородностей тропосферы (2/2 час. из них МАО «Дискуссия» 2/2 час.)**

Оценить процент замираний за счет отражений от тропосферы при заданных данных:

- длине пролета  $R$ ;
- коэффициенте, учитывающем климатические условия тропосферных замираний  $\xi=5$ ;
- частоте сигнала;
- минимальном множителе ослабления на трассе  $V_{\min}$ .

**Занятие 6. Расчет диаграммы уровней РРЛ (2/2 час. из них МАО «Дискуссия» 2/2 час.)**

Рассчитать и построить диаграмму уровней для радиорелейной линии при заданных параметрах оборудования и трассы:

- мощности передатчика ( $P_1$ );
- чувствительности приемника  $P_{2.\min}$ ,
- коэффициентах усиления антенн  $G$ ;
- коэффициенте передачи свободного пространства на трассе  $L_0$ ,
- среднем и минимальном множителе ослабления:  $V$  и  $V_{\min}$ .

**Занятие 7. Определение параметров позиционирования антенны земной станции для спутниковой радиолинии (2/2 час. из них МАО «Дискуссия» 2/2 час.)**

Определить азимут и угол места антенны ЗС, размещенной в точке с заданными координатами:

- (широта и долгота) для приема спутникового ТВ;
- ИСЗ с геостационарной орбитой на заданной долготе.

**Занятие 8. Оценка влияния эффекта Фарадея на спутниковую радиолинию (2/2 час. из них МАО «Дискуссия» 2/2 час.)**

Определить ослабление мощности сигнала за счет эффекта Фарадея для спутниковой трассы на заданной частоте при использовании линейно-поляризованной антенны.

**Занятие 9. Оценка влияния неоднородностей тропосферы на спутниковую радиолинию (2/2 час. из них МАО «Дискуссия» 2/2 час.)**

Рассчитать среднее время замираний за счет рассеяния на неоднородностях тропосферы при заданных параметрах радиотрассы и антенны:

- минимальном множителе ослабления в радиолинии  $V_{\min}$ ;
- угле места  $\Delta$  на ИСЗ;
- диаметре антенны  $D$ ;
- частоте сигнала  $f$ .

**Занятие 10. Оценка влияния гидрометеоров на спутниковую радиолинию (2/2 час. из них МАО «Дискуссия» 2/2 час.)**

Рассчитать среднее время замираний за счет ослабления сигнала в гидрометеорах при известных координатах:

- спутника (долгота)  $D_c$ ;
- земных станции (широта и долгота):  $\text{Ш}_1$  и  $D_1$ ;  $\text{Ш}_2$  и  $D_2$ .

## **Курсовое проектирование**

**(проводится во время самостоятельной работы студентов)**

Курсовой проект посвящен вопросам технического проектирования. Хотя в целом полный проект должен содержать и эксплуатационно-экономические аспекты, влияние которых на некоторые технические составляющие проекта порой могут оказывать большую роль (например, выбор траектории трассы, типа оборудования и т.д.)

**Основной целью** данного курсового проекта является:

- отработка навыков расчета основных технических характеристик радиорелейных линий и сетей телерадиовещания;
- закрепление теоретических знаний вопросов распространения УКВ радиоволн, влияния всех дестабилизирующих факторов на качественные параметры систем РРЛ, ТВ и РВ.

Все исходные данные проекта представлены в задании (см. Приложение 2).

Соответствующие заданному варианту данные определяют:

- географическое положение и рельеф местности для проектируемых трасс;
- основные параметры среды: тропосферы и земной поверхности;
- технические характеристики РРЛ и ТВ (РВ) станций (определяющие организационное закрепление рабочих частот вещания и ретрансляции, в соответствии с электромагнитной совместимостью указанного района, а также емкость группового сигнала и некоторые специальные параметры оборудования).

В работе должны быть отражены следующие вопросы:

1. Выбор траектории трассы и местоположения РРЛ и ТВ (РВ) станций.

2. Определение минимального значения множителя ослабления для каждого пролета РРЛ или до наиболее сложной по прохождению радиоволн (наиболее удаленной или труднодоступной) точки зоны обслуживания станции ТВ (РВ) и соответствующий выбор оборудования.
3. Расчет оптимальных высот мачт антенн.
4. Проверка устойчивости работы РРЛ или станции ТВ (РВ).
5. Расчет энергетических характеристик РРЛ и ТВ (РВ) станций.
6. Построение диаграммы уровней.
7. Построение схемы связи.
8. Заключение: выводы по результатам проведенных расчетов.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Название дисциплины» 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	Тема 1. Назначение наземных и космических систем радиосвязи и телерадиовещания	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)

			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
2	Тема 2. Ослабление напряженности поля в атмосфере	ОПК-2, ПК-16	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
3	Тема 3. Влияние атмосферы на распространение радиоволн в зоне прямой видимости	ОПК-2, ПК-16	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
4	Тема 4. Переизлучение электромагнитной энергии от неоднородностей атмосферы	ОПК-2, ПК-16	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
5	Тема 5. Ослабление напряженности поля электромагнитных волн в атмосфере	ОПК-2, ПК-16	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
6	Тема 6. Модель радиотрассы со сферической поверхностью Земли	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
7	Тема 7. Трассы с одиночным препятствием	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа и курсовая проект (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
8	Тема 8. Помехи радиолиний	ОПК-2, ПК-17	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)

			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
9	Тема 9. Замирания в каналах связи	ОПК-2, ПК-17	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа и курсовая проект (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
10	Тема 10. Основные характеристики систем связи и вещания использующих искусственные спутники земли	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
11	Тема 11. Дестабилизирующие факторы в спутниковых системах связи и вещания	ОПК-2, ПК-17	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
12	Тема 12. Способы ретрансляции и энергетические характеристики систем спутниковой связи	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)

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. Маглицкий Б.Н. Космические и наземные системы радиосвязи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Маглицкий. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014. – 297 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74670.html>
2. Сомов А.М., Корнев С.Ф. Спутниковые системы связи [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М.. Сомов. – Электрон. текстовые данные. – М: "Горячая линия-Телеком", 2018. – 224 с. – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/book/111105#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/111105#book_name)

### Дополнительная литература

1. Акулиничев Ю.П. Системы радиосвязи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.П. Акулиничев, А.С. Бернгардт. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 193 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72180.html>
2. Андрусевич Л.К. Антенны и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.К. Андрусевич, А.А. Ищук, К.А. Лайко. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010. – 422 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54782.html>
3. 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>

4. Носов В.И. Распространение радиоволн и проектирование радиорелейных линий прямой видимости [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Носов. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010. – 202 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40546.html>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Научная библиотека ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/>
2. «eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека  
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. «ИНТУИТ» Национальный открытый университет  
<http://www.intuit.ru/studies/courses/3688/930/lecture/16466>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Для проведения математического моделирования и вычислительных операций необходимо персональные компьютеры под управлением ОС Windows 7 со специализированным программным обеспечением MathLab и MathCad. Для оформления отчетов по лабораторным работам может использоваться стандартное программное обеспечение компьютеров Microsoft Office

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для изучения дисциплины «Космические и наземные средства радиосвязи» обучающемуся предлагаются лекционные, практические занятия. Обязательным элементом является также самостоятельная работа. Из общих учебных часов 84 часа (107 часов для заочного обучения) 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. 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.

В рамках работы предусмотрен курсовой проект на предложенную преподавателем тему.

К экзамену обучающийся должен отчитаться по всем практическим и лабораторным занятиям. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в лабораторных работах закрепляются обучающимся во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посещать консультации.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Для проведения лекций необходим компьютерный класс Е-729 кафедры с проекционной системой: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);</li> <li>– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li> <li>– WinRar – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных.</li> </ul>
Для проведения практических занятий необходим компьютерный класс кафедры Е 725 или Е 727	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);</li> <li>– WinRar – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</li> <li>– MattLab;</li> <li>– MathCad.</li> </ul>

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

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Космические и наземные средства радиосвязи»  
Направление подготовки  
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
Форма подготовки очная

**Владивосток**

**2021**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине  
(очное обучение)**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	1 неделя	Подготовка отчета по практической работе №1	4 час.	Защита отчета представление Портфолио
2	2 неделя	Подготовка отчета по практической работе №2	4 час.	Защита отчета представление Портфолио
3	3 неделя	Подготовка отчета по практической работе №3	4 час.	Защита отчета представление Портфолио
4	4 неделя	Подготовка отчета по практической работе №4	4 час.	Защита отчета представление Портфолио
5	5 неделя	Подготовка отчета по практической работе №5	4 час.	Защита отчета представление Портфолио
6	6 неделя	Подготовка отчета по практической работе №6	4 час.	Защита отчета представление Портфолио
7	7 неделя	Подготовка отчета по практической работе №7, №8	8 час.	Защита отчета представление Портфолио
8	8 неделя	Подготовка отчета по практической работе №9, №10	8 час.	Защита отчета представление Портфолио
11	9 неделя	Подготовка отчета по курсовому проекту	44 час.	Защита отчета представле

				ние Портфолио
10	10 неделя	Подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен, представле ние Портфолио
Итого			84 +36 час.	

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине  
(заочное обучение)**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	1 неделя	Подготовка отчета по практическим работам №1, №2	21 час.	Защита отчета представле ние Портфолио
2	2 неделя	Подготовка отчета по практическим работам №3, №4	21 час.	Защита отчета представле ние Портфолио
3	3 неделя	Подготовка отчета по практическим работам №5, №6	21 час.	Защита отчета представле ние Портфолио
4	4 неделя	Подготовка отчета по практическим работам №7, №8	21 час.	Защита отчета представле ние Портфолио
6	5 неделя	Подготовка отчета по практическим работам №9	10 час.	Защита отчета представле ние Портфолио
7	6 неделя	Подготовка отчета по практическим работам №8, №9	4 час.	Защита отчета представле ние Портфолио
8	7 неделя	Подготовка отчета по курсовому проекту	9 час.	Защита отчета представле ние

				Портфолио
9	8 неделя	Подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен, представле ние Портфолио
Итого			107+36 час.	

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Задания и методические рекомендации для самостоятельной работы обеспечивают подготовку отчетов к практическим работам и курсовому проекту. Их полное содержание приведено в программе и методических указаниях. Методические указания к практическим работам в электронном виде и печатном виде берутся у ведущего преподавателя.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Результаты самостоятельной работы отражаются в письменных работах (отчетах по практическим работам и курсовому проекту).

К представлению и оформлению отчетов по лабораторным работам предъявляются следующие требования.

### **Структура отчета по практической работе и курсовому проекту**

Отчеты по практическим работам и курсовому проекту представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчеты по практическим работам и курсовому проекту, как текстовый документ, комплектуются по следующей схеме:

- Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать, исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);
- Приложения – необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.



## **Оформление отчета по практическим работам и курсовому проекту**

Практическая работа относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

### **Набор текста**

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы -левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;

- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).

- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

### **Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов»**

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при

необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Оценивание курсового проекта проводится по критериям:

- полнота и качество выполненных заданий;
- владение методами расчета с помощью специализированных программных средств;
- качество оформления отчета, 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 НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Космические и наземные средства радиосвязи»  
Направление подготовки  
**11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
Форма подготовки очная

**Владивосток**  
**2021**

## Паспорт ФОС

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>принципы моделирования физических факторов влияния дестабилизирующих факторов на распространение радиоволн и методы оценки эффективности наземных и спутниковых радиолиний, с использованием инфокоммуникационных технологий</p>
	Умеет	<p>проектировать и выбирать необходимое оборудование для наземных и спутниковых линий связи.</p>
	Владеет	<p>навыками построения адекватной модели, и ее использования при решении задач проектирования наземных и спутниковых радиолиний связи.</p>
<p>ПК-3 (заочн.) – 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>причины возникновения дестабилизирующих факторов в наземных и спутниковых радиолиниях связи</p>
	Умеет	<p>проводить проверку основных характеристик радиолиний наземных и спутниковых станций связи.</p>
	Владеет	<p>навыками настройки оборудования наземных и спутниковых радиолиний связи.</p>
<p>ПК-16 – готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования</p>	Знает	<p>основные параметры и принципы построения современных станций связи спутникового и наземного базирования; способы поиска и анализа справочной информации.</p>
	Умеет	<p>пользоваться технической и документацией, научной и справочной литературой и производить анализ технических возможностей и выбор современного оборудования станций связи спутникового и наземного базирования.</p>
	Владеет	<p>навыками исследования и оценки основных параметров наземных и спутниковых каналов связи; навыками моделирования каналов связи; навыками поиска, анализа и систематизации научно-технической информации по конкретной тематике исследования.</p>

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Назначение наземных и космических систем радиосвязи и телерадиовещания	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
2	Тема 2. Ослабление напряженности поля в атмосфере	ОПК-2, ПК-16	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
3	Тема 3. Влияние атмосферы на распространение радиоволн в зоне прямой видимости	ОПК-2, ПК-16	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
4	Тема 4. Переизлучение электромагнитной энергии от неоднородностей атмосферы	ОПК-2, ПК-16	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
5	Тема 5. Ослабление напряженности поля электромагнитных волн в атмосфере	ОПК-2, ПК-16	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
6	Тема 6. Модель радиотрассы со сферической поверхностью Земли	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
7	Тема 7. Трассы с одиночным препятствием	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)

			владеет	Практическая работа и курсовая проект (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
8	Тема 8. Помехи радиолиний	ОПК-2, ПК-17	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
9	Тема 9. Замирания в каналах связи	ОПК-2, ПК-17	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа и курсовая проект (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
10	Тема 10. Основные характеристики систем связи и вещания использующих искусственные спутники земли	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
11	Тема 11. Дестабилизирующие факторы в спутниковых системах связи и вещания	ОПК-2, ПК-17	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
12	Тема 12. Способы ретрансляции и энергетические характеристики систем спутниковой связи	ОПК-2, ПК-3	знает	Дискуссия (УО-4)	Портфолио (ПР-8)
			умеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	Портфолио (ПР-8)

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

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)	принципы моделирования физических факторов влияния дестабилизирующих факторов на распространение радиоволн и методы оценки эффективности наземных и спутниковых радиолиний, с использованием инфокоммуникационных технологий	Компетенция сформирована. Демонстрирует я недостаточный уровень самостоятельности практического навыка. Способен пересказать и объяснить учебный лекционный материал с достаточной степенью научной точности и полноты, с приведением примеров.	Знает основные принципы моделирования наземных и спутниковых каналов связи с использованием инфокоммуникационных технологий. Решает стандартные практические задачи.	60-74
	Умеет (продвинутый)	проектировать и выбирать необходимое оборудование для наземных и спутниковых линий связи.	Компетенция сформирована. Демонстрирует я достаточный уровень самостоятельности практического навыка.	Умеет применять полученные теоретические знания для моделирования каналов связи с использованием инфокоммуникационных технологий для проектирования наземных и спутниковых радиолиний.	75-89
	Владеет (высокий)	навыками построения адекватной модели, и ее использования при решении задач проектирования наземных и спутниковых	Компетенция сформирована. Демонстрирует я высокий уровень самостоятельности практического	Владеет всеми теоретическим и знаниями и свободно использует их для моделирования наземных и	90-100



		радиолиний связи.	навыка, высокая адаптивность практического навыка.	спутниковых каналов связи, на основе использования адекватных математических моделей.		
ПК-3 – способность осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей и организаций связи	Знает (пороговый уровень)	причины возникновения дестабилизирующих факторов в РРЛ и спутниковых радиоприемных станциях связи	Компетенция сформирована. Демонстрирует достаточный уровень самостоятельности практического навыка. Способен пересказать и объяснить учебный лекционный материал с достаточной степенью научной точности и полноты, с приведением примеров.	Знает основные параметры приемопередающего и антенно-фидерного оборудования, используемого в наземных и спутниковых радиоприемных станциях. Знает основные закономерности влияния физических факторов среды распространения радиоволн на качественные характеристики связи в наземных и спутниковых радиоприемных станциях. Решает стандартные практические задачи.	60-74	
	Умеет (продвинутой)		проводить проверку основных характеристик радиоприемных станций наземных и спутниковых станций связи.	Компетенция сформирована. Демонстрирует достаточный уровень самостоятельности практического навыка.	Умеет применять полученные теоретические знания для оценки общего процента замираний в наземных и спутниковых каналах связи.	75-89
	Владеет (высокой)		навыками настройки оборудования	Компетенция сформирована. Демонстрирует	Владеет всеми теоретическими знаниями и	90-100

		наземных и спутниковых радиолиний связи.	я высокий уровень самостоятельности практического навыка, высокая адаптивность практического навыка.	свободно использует их для решения практических задач юстировки антенн и выбора параметров приемопередающего оборудования с целью обеспечений наибольшей устойчивости связи.	
ПК-16 готовность изучать научно-техническую информацию, отечественной и зарубежный опыт по тематике исследования	Знает (пороговый уровень)	основные параметры и принципы построения современных станций связи спутникового и наземного базирования; основные способы поиска и анализа справочной информации.	Компетенция сформирована. Демонстрирует уровень самостоятельности практического навыка. Способен пересказать и объяснить учебный лекционный материал с достаточной степенью научной точности и полноты, с приведением примеров.	Знает основные характеристики, параметры и принципы функционирования приемопередающего и антенно-фидерного оборудования. Знает основные физические явления, влияющие на распространение радиоволн и в целом на качество каналов наземной и спутниковой связи. Знает способы оценки устойчивости каналов наземной и спутниковой связи. Решает стандартные практические задачи.	60-74

	<p>Умеет (продвинутый)</p>	<p>пользоваться технической и документацией, научной и справочной литературой и производить анализ технических возможностей и выбор современного оборудования станций связи спутникового и наземного базирования.</p>	<p>Компетенция сформирована. Демонстрирует достаточный уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Умеет применять полученные теоретические знания для выполнения практических задач. Умеет самостоятельно находить необходимую научно-техническую и справочную литературу, в которой описываются необходимые характеристики, параметры и принципы работы наземных и спутниковых станций. Умеет производить выбор оборудования для обеспечения требуемых качественных характеристик в проектируемых каналах наземной и спутниковой связи.</p>	<p>75-89</p>
	<p>Владеет (высокий)</p>	<p>навыками исследования и оценки основных параметров наземных и спутниковых каналов связи; навыками моделирования каналов связи;</p>	<p>Компетенция сформирована. Демонстрирует высокий уровень самостоятельности практического навыка, высокая адаптивность</p>	<p>Владеет всеми теоретическим и знаниями и свободно использует их для математического моделирования наземных и</p>	<p>90-100</p>

		навыками поиска, анализа и систематизации научно-технической информации по конкретной тематике исследования.	практического навыка.	спутниковых радиолиний. Свободно владеет методикой проектирования наземных и спутниковых радиолиний.	
--	--	--	-----------------------	--	--

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

#### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине:**

#### **«Космические и наземные средства радиосвязи»**

1. Виды каналов радиосвязи и телерадиовещания, используемых в РРЛ, линиях РС, РВ и ТВ, и в спутниковых системах связи. Основные характеристики первичных сигналов для телефонного, радиовещательного и телевизионного сигналов для телеграфного, ФАКС и передачи данных.
2. Назначение РРЛ. Способы организации связи в РРЛ (по среде распространения) и их основные характеристики (дальность связи, аппаратурные и энергетические ресурсы).
3. Основные энергетические характеристики для РРЛ.
4. Ослабление поля в свободном пространстве. Множитель ослабления.
5. Рефракционные свойства тропосферы. Уравнение траектории волны.

6. Отражение от неоднородностей тропосферы. Коэффициенты отражения для переходного слоя с распределенной по высоте диэлектрической проницаемостью.
7. Причины ослабления напряженности поля волны за счет влияния поверхности Земли. Расстояние прямой видимости.
8. Множитель ослабления при распространении в зоне прямой видимости.
9. Множитель ослабления в зоне полутени и тени для РРЛ.
10. Трассы с одиночным препятствием и положительным просветом. Множитель ослабления.
11. Трассы с одиночным препятствием и отрицательным просветом. Множитель ослабления.
12. Оценка выполнения критерия Рэлея для РРЛ.
13. Источники помех в РРЛ. Полная мощность шума на входе приемника.
14. Антенная температура. Характеристики шумов космического происхождения, теплового излучения Земли, шумов за счет поглощения в газах и гидрометеорах.
15. Физические причины ослабления напряженности поля в атмосфере. Обобщенная оценка ослабления волны в атмосфере.
16. Оценка поглощения волны в газах.
17. Оценка поглощения волны в тумане и облаках.
18. Оценка поглощения волны в гидрометеорах (дожде, снеге и граде). Деполяризационные явления за счет осадков.
19. Причины замираний в УКВ каналах связи.
20. Оценка вероятности замираний за счет изменений градиента диэлектрической проницаемости атмосферы.
21. Оценка вероятности замираний за счет отражений от неоднородностей атмосферы.

22. Оценка вероятности замираний за счет поглощений в гидрометеорах.
23. Основные характеристики траектории движения ИСЗ. Классификация орбит.
24. Основные технические характеристики спутниковых систем связи и вещания необходимые для юстировки АФУ и определения зоны обслуживания.
25. Основные схемы ретрансляции станций спутниковой связи.
26. Основные энергетические параметры бортового и земного оборудования систем спутниковой связи и вещания.
27. Ослабление уровня сигнала в спутниковых системах связи и вещания за счет газов и осадков.
28. Влияние рефракционных изменений в атмосфере на качество связи через ИСЗ.
29. Доплеровское смещение частоты и задержка сигнала. (Проблемы телефонной и мобильной связи).
30. Влияние магнитного поля земли в ионосфере на поляризацию волны в системах связи через ИСЗ.
31. Влияние отражений от земной поверхности на качество спутниковой связи. Множитель ослабления.
32. Дисперсионные искажения сигналов в атмосфере на спутниковых трассах.
33. Дестабилизирующие факторы в ССС на геостационарных орбитах за счет не центрально-симметричного гравитационного поля Земли, Солнца и Луны.
34. Явление затенения на геостационарных орбитах. Засветка антенн земных станций Солнцем и Луной.

**Методические указания по подготовке к экзамену**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Космические и наземные средства радиосвязи» проводится в виде устного экзамена в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Для допуска к экзамену необходимо выполнить все практические работы и защитить курсовой проект и предоставить свое Портфолио, которое состоит из отчетов по практическим работам и пояснительной записки к курсовому проекту в электронном виде и на твердых носителях в формате А4. При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу, при необходимости посетить консультации.

**Портфолио по дисциплине:  
Космические и наземные средства**

**радиосвязи»**

**1 Название портфолио**

**2 Структура портфолио:**

2.1 Практические работы (каждая работа отдельным файлом).

2.3 Курсовой проект (отдельным файлом).

**Промежуточная аттестация** (экзамен) включает в себя 2 теоретических вопроса (из разделов прочитанных лекций) и один практический вопрос в виде типовой задачи аналогичной выполненным ранее задачам на практических занятиях.

**Примеры экзаменационных билетов:**

Дальневосточный федеральный университет

VIII семестр

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Космические и наземные системы связи»

1. Основные энергетические характеристики РРЛ.
2. Дисперсионные искажения сигналов в атмосфере на спутниковых трассах
3. Определить  $V_{\min}$  для телефонного ствола, если:  $\gamma_{\min} = 44\text{дБ}$ ,

$L_0=10\text{ дБ}$ ,  $\Pi=10\text{дБ}$ ,  $P_1=10\text{ Вт}$ ,  $\eta_{\phi 1(2)} = 0,8$ ,  $G_1=G_2=30\text{ дБ}$ ,  $\Pi_{\text{ш}}=6\text{ МГц}$ .

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Г. Стаценко

Экзаменатор \_\_\_\_\_ И.М. Орощук

Дальневосточный федеральный университет

VIII семестр

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине «Космические и наземные системы связи»

1. Назначение РРЛ. Способы организации связи в РРЛ (по среде распространения) и их основные характеристики (дальность связи, аппаратурные и энергетические ресурсы).
2. Явление затенения на геостационарных орбитах. Засветка антенн земных станций Солнцем и Луной.
3. Определить полную мощность шума на входе ТВ приемника, если к.п.д. антенны равен 0,99; к.п.д. фидера – 0,9; коэффициент шума ТВ приемника – 10 дБ.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Г. Стаценко

Экзаменатор \_\_\_\_\_ И.М. Орощук



## Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«Отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«Хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо 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 приемами их выполнения.
61-75	«Удовлетворительно»	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.
0-60	«неудовлетворительно»	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.

### Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация по дисциплине «Космические и наземные средства радиосвязи» проводится по итогам выполнения практических задач и курсового проекта.

### Типовые задания к практическим работам

#### Задание № 1

Определить множитель ослабления  $V_{\min}=-35$  дБ для телефонного ствола, заданных значениях: сигнал/шум -  $\gamma_{\min}=44$  дБ, коэффициент передачи свободного пространства -  $L_0 = -130$  дБ, коэффициент шума приемника  $\Pi=3$  дБ, мощности передающей станции  $P_1=10$  дБВт, КПД фидеров  $\eta_{\phi(1,2)}=0,95$ , коэффициентах усиления антенн  $G_1=G_2=35$  дБ и шумовой полосе  $\Pi_{\text{ш}}=30$  кГц.

### **Задание № 2**

Определить полную мощность шума на входе ТВ приемника, если заданы: КПД антенны, КПД фидера, коэффициент шума ТВ приемника  $\Pi$ , шумовая полоса  $\Pi_{\text{ш}}$  при температуре среды  $T_0 = 300\text{K}$ .

### **Задание № 3**

Определить абсолютную величину просвета без учета рефракции для первого интерференционного максимума при известных параметрах: длине волны  $\lambda=0,1$  м, длине пролета  $R=40$  км, расстоянии до препятствия  $R_1=25$  м.

### **Задание № 4**

Определить минимальную мощность передатчика РРЛ станции для обеспечения соотношения сигнал/шум на входе радиоприемного устройства  $\gamma_{\min}=47$  дБ, при заданных параметрах: коэффициенте шума приемника  $\Pi=2$  дБ, мощности шума на входе приемника  $P_{\text{ш}}= -60$  дБВт; множителе ослабления для пролета ( $V_{\min}=-25$  дБ); коэффициенте передачи свободного пространства пролета ( $L_0= -110$  дБ); коэффициенте передачи антенно-фидерного тракта (передачи и приема) -  $L_{\Sigma}=60$  дБ.

### **Задание № 5**

Оценить процент замираний за счет отражений от тропосферы при заданных данных: длине пролета  $R=30$  км, коэффициенте, учитывающем климатические условия тропосферных замираний  $\xi=5$ , частоте сигнала и минимальном множителе ослабления на трассе  $V_{\min} = -30$  дБ.

### **Задание № 6**

Рассчитать и построить диаграмму уровней для радиорелейной линии при заданной мощности передатчиков ( $P_1=10$  дБВт) и чувствительности приемников  $P_{2,\min} = -90$  дБВт, коэффициентах усиления антенн  $G=30$  дБ, коэффициенте передачи свободного пространства на трассе  $L_0 = -100$  дБ, среднем и минимальном множителе ослабления:  $V=0$  дБ и  $V_{\min} = -30$  дБ.

### **Задание № 7**

Определить азимут и угол места антенны ЗС, размещенной в точке с заданными координатами ( $\varphi=44^\circ$  и  $\delta=130^\circ$ ) для приема спутникового ТВ через ИСЗ с геостационарной орбитой на заданной долготе –  $\lambda = 180^\circ$ .

### **Задание № 8**

Определить ослабление мощности сигнала за счет эффекта Фарадея для спутниковой трассы на заданной частоте  $f=300$  МГц при использовании линейно-поляризованной антенны.

### **Задание № 9**

Рассчитать среднее время замираний за счет рассеивания на неоднородностях тропосферы при минимальный множитель ослабления в радиолинии  $V_{\min}=-20$  дБ, известном угле места  $\Delta=20^\circ$ , диаметре антенны  $D=20$  м и частоте сигнала  $f=1$  ГГц.

### **Задание № 10**

Рассчитать среднее время замираний за счет ослабления сигнала в гидрометеорах при известных координатах спутника ( $\delta_c=90^\circ$ ), координатах земных станции:  $\varphi_1=55^\circ$  и  $\delta_1=110^\circ$ ;  $\varphi_2=33^\circ$  и  $\delta_2=140^\circ$ .

**Таблица. Перечень вариантов заданий к курсовому проекту**

№ Варианта	$\bar{g}$ , 1/м	$\sigma_g$ , 1/м	$\varepsilon_{зем}$	Число каналов ГФ; (ТВ, РВ)	Рабочая частота, мГц	Коэф-т $\xi$ , определяющий появление отражающего слоя тропосферы	Коэффициент выигрыша сигнал/шум $\chi$	Коэффициент шума приемника РВ(ТВ) Ш, дБ	Дождевой район	НАПРАВЛЕНИЕ РРЛ ТРАССЫ+ (ТВ или РВ)	Тип ствола или канала связи
1	-9	6	30	300тф+2ШВ	выбрать	1	-	-	15	X-F-A	анал.
2	-7	7	10	1920	выбрать	1	-	-	3	A-D-C	цифр
3	-9	7	80	(1ТВ)	$3к-80,5$	2	1	(10)	14	A-L(L)	анал.
4	-12	9	80	(1РВ)	75	3	3	14	15	Y-Z(Z)	анал.
5	-12	7	70	(1ТВ)	$10к-210,5$	4	1	(10)	14	R-Z(Z)	анал.
6	-8	5	10	(1ТВ)	$7к-186,5$	3	3	(10)	16	P-D(D)	анал.
7	-6	5	29	(1ТВ)	$12к-226,5$	2	1	(9)	12	A-P(P)	анал.
8	-10	10	35	(1РВ)	72	1	3	8	15	A-Y(Y)	анал.
9	-9	7	75	(1ТВ)	выбрать	4	-	(15)	15	L-C-N	анал.
10	-6	5	43	720тф+2ШВ	выбрать	2	-	-	15	A-V-D	анал.
11	-12	8	37	480тф	выбрать	1	-	-	8	A-S-T	цифр
12	-10	9	64	(1ТВ)	выбрать	2	-	-	6	A-G-W	цифр
13	-6	5	43	300тф+2ШВ	выбрать	1	-	-	5	L-V; L-P	анал.
14	-9	7	80	720тф+2ШВ	выбрать	1	-	-	4	S-L-K	анал.
15	-11	7	65	1920тф	выбрать	2	-	-	3	S-T-L	цифр
16	-10	10	80	(1ТВ)	$40к-626,5$	5	1	(9)	2	S-P(P)	анал.
17	-12	9	65	336тф	выбрать	1	-	-	9	A-W-G	цифр
18	-11	8	80	(1РВ)	77	3	3	3	10	A-Y(Y)	анал.
19	-9	6	38	300тф+2ШВ	выбрать	1	-	-	20	A-G-W	цифр
20	-9	8	17	1920тф	выбрать	2	-	-	19	A-V-D	цифр
21	-11	7	80	720тф+2ШВ	90	4	2	3	18	A-Y(Y)	анал.
22	-12	8	80	(1РВ)	90	3	3	7	17	R-W(W)	анал.
23	-11	9	80	(1ТВ)	$40к-626,5$	4	3	(8)	16	A-B(B)	анал.
24	-7	5	38	300тф+2ШВ	выбрать	1	-	-	20	A-G-W	анал.
25	-11	9	17	1920тф	выбрать	2	-	-	19	A-V-D	цифр

**Примечание:**

1. В конке **направление РРЛ (трассы ТВ или РВ)** обозначение: «**A-B-S**» – означает двухпролетную РРЛ между населенными пунктами **A-B** и **B-S**; «**A-B(B)**» – однопролетную РРЛ между пунктами **A-B** и радио- или телевещательную сеть в районе пункта **B**.

2. Для РРЛ рабочую частоту необходимо выбрать исходя из длины трассы и типа используемой станции (по ее техническим характеристикам).

3. Для ТВ или РВ разрешается изменить рабочую частоту, с соответствующим обоснованием.

Допускается предлагать какие-либо технические предложения с соответствующим обоснованием и расчетом, в том числе возможна **замена типа станции РРЛ**.

### **Критерии оценки результатов обучения по дисциплине при проведении текущего контроля успеваемости**

#### **Шкала оценивания практических занятий и курсового проекта**

Показатели	Критерии оценки			
	Отлично (100-86 баллов)	Хорошо (85-76 баллов)	Удовлетворительно (75-50 баллов)	Неудовлетворительно (менее 50 баллов)
1	2	3	4	5
Глубина раскрытия вопросов (логика, структура, содержание и степень усвоения теории вопроса).	Работа выполнена полностью. Представляемая информация систематизована, структурно-последовательна, логически связана. Все параметры получены с требуемой точностью.	Работа выполнена полностью. Представляемая информация систематизована и структурно-последовательна. Расчеты сделаны с небольшой погрешностью.	Работа выполнена не полностью. Не вся представляемая информация систематизирована. Некоторые расчеты сделаны с большой погрешностью.	Наличие грубых ошибок в работе, непонимание сути излагаемого вопроса, неумение применять знания при решении практической задачи. Большинство расчетов сделано с ошибками.
1	2	3	4	5

Стиль изложения материала при защите работы.	Материал изложен ясным, технически грамотным языком. Верно указаны единицы измерения параметров. При защите работы курсант свободно излагает материал без привязки к тексту.	Материал изложен ясным, грамотным языком, но имеются некоторые ошибки в формулировках параметров. Приведены не все единицы измерения. При защите работы курсант привязан к тексту.	Материал изложен верно, но допускаются ошибки в формулировках параметров и единиц измерения. При защите работы курсант привязан к тексту.	В изложении материала допускает существенные технические ошибки. Отвечает не уверенно, с большими затруднениями.
Обоснованность полученных выводов	Все выводы обоснованы.	Часть выводов обоснована.	Выводы не обоснованы.	Неумение формулировать выводы.
Ответы на дополнительные вопросы	Полные аргументированные ответы на вопросы с примерами их пояснений.	Ответы на вопросы полные, но без достаточной аргументации.	Частичные ответы на вопросы.	Неуверенность и неточности ответов на дополнительные вопросы