



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

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (Школа)**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 21 » апреля 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента электроники,  
телекоммуникации и приборостроения

(подпись)

Стаценко Л.Г.

(Ф.И.О.)

« 21 » апреля 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Распространение радиоволн

**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
(видеоинформационные технологии и цифровое вещание)

**Форма подготовки очная**

курс 3 семестр 6

лекции 36 час.

практические занятия 36 час

лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

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

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 18 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену - не предусмотрены .

контрольные работы (количество) 1

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 6 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 г. №930.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения

протокол № 11 от «21» апреля 2021 г.

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

Составитель (ли): доцент А.П. Лысенко

Владивосток

2021

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

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирование знаний о земной поверхности, ее пространственных структурах, закономерностях развития и функционирования.

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);
- развитие умений предварительного проектирования и расчета элементов радиолиний.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научное мышление	<b>ОПК-1</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними ОПК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии
Владение информационными и технологиями	<b>ОПК-3</b> Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.3 Строит вероятностные модели для конкретных процессов, проводит необходимые расчеты в рамках построенной модели

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК 1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы
	Умеет применять физические законы и математически методы для решения задач теоретического и прикладного характера
	Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач
ОПК 1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии	Знает методы накопления, передачи и обработки информации
	Умеет искать и отбирать информацию для решения проблемных задач
	Владеет навыками поиска информации для решения практических задач на основе знаний основных математических и физических законов
ОПК 3.3 Строит вероятностные модели для конкретных процессов, проводит необходимые расчеты в рамках построенной модели	Знает модели различных электромагнитных процессов
	Умеет решать задачи распространения, преломления и поглощения электромагнитных волн с помощью средств вычислительной техники
	Владеет методами расчетов конкретных электромагнитных процессов с помощью средств вычислительной техники

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

## Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной и текущей аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1 Основные принципы распространения радиоволн.	1	18	-	-	-	72		УО-1; ПР-2; ПР-7; ПР-13

2	Раздел 2 Особенности распространения радиоволн по диапазонам.	1	18	-	-				
	Итого:		36	-	36	-	72		

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия (36 час.)

#### Раздел 1 (18 час.). Основные принципы распространения радиоволн.

##### Тема 1 (2 час) Введение. Распространение радиоволн в свободном пространстве.

Влияние среды на условия распространение 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 (4 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 (4 часа) Электромагнитные параметры атмосферы Земли.

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

##### Тема 4 (6 часа) 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 (2 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 (18 час.). Особенности распространения радиоволн по диапазонам.

##### Тема 6 (4 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 (2 час) Регулярные механизмы распространения метровых, дециметровых и сантиметровых волн за пределы прямой видимости.**

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

**Тема 8 (4 час) 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 радиоприеме.

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

**Тема 9 (4 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 (2 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 (2 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 И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Практические занятия (36 часов)**

**Занятие 1.** (2 час. - МАО) (Проблемное обучение) Распространение радиоволн в свободном пространстве.

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

Основные потери радиолинии.

**Занятие 2.** (8 час. - МАО) (Проблемное обучение) Распространение радиоволн в неоднородной атмосфере.

Рефракция в тропосфере, рефракционные замирания.

**Занятие 3.** (4 час.) Помехи радиоприему.

Уровень шума в зависимости от источника и диапазона радиоволн.

**Занятие 4.** (8 час. - МАО) (Проблемное обучение) Особенности распространения волн в пределах прямой видимости на земных радиолиниях.

Множитель влияния Земли, интерференционная формула, формула

Введенского, Формула Шулейкина-Ван-дер-поля.

**Занятие 5.** (6 час. - МАО) (Проблемное обучение) Эмпирические модели распространения радиоволн.

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

**Занятие 6.** (4 час.) Особенности распространения волн на линиях космической связи.

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

**Занятие 7.** (2 час.) Особенности распространения декаметровых волн.

Кривые распространения в диапазоне декаметровых волн.

**Занятие 8.** (2 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 включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов

самостоятельной работы;

- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<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.	В течение семестра	Закрепление лекционного материала	2	ПР-7 Проверка конспектов
2	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям	4	УО-1 Устный опрос
3	Пятая неделя семестра	Расчетно-графическая работа «Оптимальные параметры радиолинии земной волны»	3	ПР-2 Отчёт с расчётами
4	Вторая половина семестра	Самостоятельное рассмотрение темы «Дальнее тропосферное распространение»	9	Конспект (ПР-7)
5	Конец семестра, до зачёта	Творческое задание «Сравнительный анализ диапазонов радиоволн»	9	ПР-13 Отчёт в виде таблицы сравнительных характеристик
6	Конец семестра, до зачета	Подготовка к зачету	27	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.

#### **Пример задания 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 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	$f, \text{ МГц}$	$R, \text{ км}$	$h1, \text{ м}$	$gt, 10^{-8} \text{ м}^{-1}$
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.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1 Основные принципы распространения радиоволн.	ОПК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	УО-1 устный опрос	ПП-1 Тест
			Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	ПП-2 Контрольная работа	
			Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач		
		ОПК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии	Знает методы накопления, передачи и обработки информации	УО-1 устный опрос	ПП-1 Тест
			Умеет искать и отбирать информацию для решения проблемных ситуаций	ПП-2 Контрольная работа	
			Владеет навыками поиска информации для решения практических задач на основе знаний основных математических и физических законов	ПП-2 Контрольная работа	
		ОПК-3.3 Строит вероятностные модели для конкретных процессов, проводит необходимые расчеты в рамках построенной модели	Знает механизмы распространения радиоволн, знает влияние параметров атмосферы на распространение (рефракция, затухание)	УО-1 собеседование / устный опрос	ПП-1 Тест
			Умеет рассчитывать поле в свободном пространстве, в приближении плоской Земли, в пределах прямой видимости и за пределами прямой видимости.	ПП-2 Контрольная работа	
			Владеет методами расчета основных потерь радиолинии, множителя влияния Земли для	ПП-2 Контрольная работа	

			высоко- и низкорасположенных антенн, множителей влияния гидрометеоров, атмосферы.		
2	Раздел 2 Особенности распространения радиоволн по диапазонам.	ОПК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	УО-1 устный опрос	ПР-1 Тест
			Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	ПР-2 Контрольная работа	
			Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	ПР-2 Контрольная работа	
		ОПК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии	Знает методы накопления, передачи и обработки информации	УО-1 устный опрос	ПР-1 Тест
			Умеет искать и отбирать информацию для решения проблемных ситуаций	ПР-2 Контрольная работа	
			Владеет навыками поиска информации для решения практических задач на основе знаний основных математических и физических законов	ПР-13 Творческое задание	
		ОПК-3.3 Строит вероятностные модели для конкретных процессов, проводит необходимые расчеты в рамках построенной модели	Знает особенности распространения в зависимости от диапазона	УО-1 устный опрос	ПР-1 Тест
			Умеет решать задачи распространения радиоволн по диапазонам с помощью средств вычислительной техники	ПР-13 Творческое задание	
			Владеет методами расчета элементов радиолинии в диапазонах КВ, УКВ.	ПР-2 Контрольная работа	

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 результаты обучения, представлены в Приложении.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Муромцев Д.Ю., Зырянов Ю.Т., Федюнин П.А., Белоусов О.А. Электродинамика и распространение радиоволн, М: Лань, 2014  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:Lan-50680&theme=FEFU>

2. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов / В. В. Никольский, Т. И. Никольская, М: Либроком, 2015, 524 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:789950&theme=FEFU>

3. Кураев, А. А. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Сеницын. - Москва : НИЦ Инфра-М; Минск : Нов. знание, 2013. - 424 с

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-367972&theme=FEFU>

4. Мандель, А. Е. Распространение радиоволн : учебное пособие / А. Е. Мандель, В. А. Замотринский. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 163 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-13969&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

1. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: Учебник для вузов; Под ред. Г.А. Ерохина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. .

2. Петров, Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн: Учеб. для вузов. М.:Горячая линия-Телеком, (2003).  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:399185&theme=FEFU>

3. Нефедов Е.И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства, М.: Академия, 2010 г., 317 с.

4. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:790462&theme=FEFU>

5. Никольский В. В., Никольская Т. И. Электродинамика и распространение радиоволн, М: Либроком, 2010 г.

6. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:789950&theme=FEFU>

7. Г. А. Ерохин, О. В. Чернышев, Н. Д. Козырев, В. Д. Кочержевский. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн, М; Горячая Линия

– Телеком, 2007 г., 491 с.

8. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:660938&theme=FEFU>

### **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.

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>

2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>

3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая  
<http://oversea.cnki.net/>

4. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

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

1. Моноблоки Lenovo C360G-I34164G500UDK, подключенные к общекорпоративной компьютерной сети ДВФУ и сети Интернет

2. Мультимедийная (презентационная) система. Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic, экран 316x500 см, 16:10 с электрическим приводом, крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta

3. Операционная система Windows 10

4. Интегрированный пакет прикладных программ Microsoft Office 2010

5. Математический пакет Scilab 6.x

## **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 72 часа 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.

Каждая практическая работа рассчитана на несколько аудиторных часов. Поскольку выполнение работ опирается на лекционный материал, в курсе выбрано неравномерное распределение практических работ по рейтинговым блокам.

К зачету обучающийся должен отчитаться по всем практическим занятиям. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не отраженные в практических 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

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е-729. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт; Мультимедийная (презентационная) система. Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE	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;

	Panasonic, экран 316x500 см, 16:10 с электрическим приводом, крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; Доска аудиторная.	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; Scilab 6.1 – свободный математический пакет
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е-727. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 12 шт; Мультимедийная (презентационная) система. Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic, экран 316x500 см, 16:10 с электрическим приводом, крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; Доска аудиторная.	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; Scilab 6.1 – свободный математический пакет

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

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.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Фонды оценочных средств представлены в приложении.**



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 «Распространение радиоволн»  
**Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и**  
**системы связи**  
Профиль «Видеоинформационные технологии и цифровое вещание»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2021**



## Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1 Основные принципы распространения радиоволн.	ОПК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	УО-1 устный опрос	ПП-1 Тест
			Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	ПП-2 Контрольная работа	
			Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач		
		ОПК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии	Знает методы накопления, передачи и обработки информации	УО-1 устный опрос	ПП-1 Тест
			Умеет искать и отбирать информацию для решения проблемных ситуаций	ПП-2 Контрольная работа	
			Владеет навыками поиска информации для решения практических задач на основе знаний основных математических и физических законов	ПП-2 Контрольная работа	
		ОПК-3.3 Строит вероятностные модели для конкретных процессов, проводит необходимые расчеты в рамках построенной модели	Знает механизмы распространения радиоволн, знает влияние параметров атмосферы на распространение (рефракция, затухание)	УО-1 собеседование / устный опрос	ПП-1 Тест
			Умеет рассчитывать поле в свободном пространстве, в приближении плоской Земли, в пределах прямой видимости и за пределами прямой видимости.	ПП-2 Контрольная работа	
			Владеет методами расчета основных потерь радиолинии, множителя влияния Земли для высоко- и низкорасположенных антенн, множителей влияния гидрометеоров, атмосферы.	ПП-2 Контрольная работа	
2	Раздел 2 Особенности распространения радиоволн по диапазонам.	ОПК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	УО-1 устный опрос	ПП-1 Тест
			Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	ПП-2 Контрольная работа	
			Владеет навыками использования	ПП-2	

			знаний физики и математики при решении практических задач	Контрольная работа	
	ОПК-1.2 Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации и обоснования выбора оптимальной стратегии		Знает методы накопления, передачи и обработки информации	УО-1 устный опрос	ПП-1 Тест
			Умеет искать и отбирать информацию для решения проблемных ситуаций	ПП-2 Контрольная работа	
			Владеет навыками поиска информации для решения практических задач на основе знаний основных математических и физических законов	ПП-13 Творческое задание	
	ОПК-3.3 Строит вероятностные модели для конкретных процессов, проводит необходимые расчеты в рамках построенной модели		Знает особенности распространения в зависимости от диапазона	УО-1 устный опрос	ПП-1 Тест
			Умеет решать задачи распространения радиоволн по диапазонам с помощью средств вычислительной техники	ПП-13 Творческое задание	
			Владеет методами расчета элементов радиолнии в диапазонах КВ, УКВ.	ПП-2 Контрольная работа	

Для дисциплины «Распространение радиоволн» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Собеседование (УО-1)

Письменные работы:

1. Контрольная работа (ПП-2)

2. Конспект (ПП-7)

3. Творческое задание (ПП-13)

**Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

## **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Контрольная работа (ПР-2) Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Конспект (ПР-7) Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.

Творческое задание (ПР-13) – частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

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

Итоговая оценка промежуточной аттестации выставляется согласно рейтинг-плану, который включает в себя оценочные мероприятия, в том числе и экзамен/зачет, и весовые коэффициенты. Преподаватель знакомит студентом с рейтинг-планом в начале семестра.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, презентации, эссе, лабораторных работ, контрольно-расчетных работ, творческого задания) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе

журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования / устного опроса**

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.

### Критерии оценивания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Аспирант обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

### Задание на контрольную 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 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	$h1$ , м	$gt$ , $10^{-8} \text{ м}^{-1}$
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.

### Критерии оценки контрольной работы

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент выполнил контрольную работу в полном объёме с учётом факторов, влияющих на распространение волны заданного диапазона. Допускаются незначительные ошибки, которые студент может самостоятельно исправить в присутствии преподавателя.
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, в ходе работы допускает грубые ошибки, которые не может исправить. Контрольная работа не выполнена.

### 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 творческого задания

Оценка	Требования
<i>«зачтено»</i>	Студент выполнил работу в полном объёме, определены критерии сравнения (значимые характеристики), выделены отличия и сходство диапазонов. Сделаны выводы по применимости волн разных диапазонов для определённых задач
<i>«не зачтено»</i>	Студент выполнил работу не полностью, не определил в полной мере критерии сравнения, не может объяснить отдельные элементы сравнительной таблицы. Работа не выполнена.

### Пример задач на первую контрольную работу:

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

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.

### Критерии оценки контрольной работы

Критерии оценки:

9–10 баллов выставляется студенту, если правильно решены все задачи с подробным решением

7–8 баллов выставляется студенту, если правильно решены все задачи, но подробное решение у некоторых задач отсутствует

5–6 баллов выставляется студенту, если правильно решены 2 задачи, но подробное решение у одной из них отсутствует

3–4 балла выставляется студенту, если правильно решены 2 задачи без подробного решения

1–2 балла выставляется студенту, если правильно решены 1 задача без подробного решения

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Распространение радиоволн» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (6-й, весенний семестр). Зачет проставляется по результатам рейтинга.

### Критерии выставления оценки студенту на зачете

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«зачтено»	61–100 баллов рейтинговой системы
«не зачтено»	0–60 баллов рейтинговой системы

### Методические указания по сдаче зачета

Зачет принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются

преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено».

В зачетную книжку студента вносится только запись «зачтено», запись «не зачтено» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

### **Пример итогового 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 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

**Критерии оценки итогового теста:**

0–10 баллов выставляется по количеству правильных ответов (в процентном соотношении) с округлением вверх к ближайшему целому значению.