

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет  
Кафедра Физики и техники связи

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей  
Геннадьевич

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.04.01 Беспроводные системы связи  
на 144 часа(ов), 4 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 11.03.02 - Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от

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

Профиль – Системы мобильной связи (для набора 2024)

Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Целью преподавания дисциплины «Беспроводные системы связи» является подготовка будущего специалиста в области инфокоммуникационных технологий и систем радиосвязи, выработать хорошие представления о существующих системах беспроводного доступа, принципами функционирования, особенностями распространения радиоволн используемых диапазонов частот. Данная цель реализуется за счет изучения современных систем радиоприёма; их назначения, принципов их построения и управления ими; знания методов проектирования радиоприёмных устройств для каналов связи, а также знания способов контроля основных электрических параметров радиоприёмных каналов, методах эксплуатации систем и сетей радиосвязи.

Задачи изучения дисциплины:

Основные задачи дисциплины заключаются в изучении современных систем беспроводной связи; принципов функционирования, особенностей распространения радиоволн используемых диапазонов частот, влияния многолучёвости каналов распространения, пропускной способности беспроводных каналов, используемыми методами модуляции и помехоустойчивого кодирования, использованием пространственно-временных методов передачи, способами выравнивания характеристик канала, технологией модуляции на нескольких несущих, широкополосными системами передачи, технологиями мультиплексирования каналов, сотовой организацией сетей связи. Способность осуществлять монтаж, наладку, регулировку, опытную проверку работоспособности систем радиосвязи, обеспечивать их работы в общих полосах частот, а также способах контроля основных электрических параметров сигналов и каналов. Умение разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию при различных методах проектирования каналов связи.

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Учебная дисциплина «Беспроводные системы связи» относится к вариативной части обязательных, входит в блок Б1.В.ДВ.04 Дисциплина изучается на 3 курсе, в 6 семестре.

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы), 144 часов.

Виды занятий	Семестр 6	Всего часов
Общая трудоемкость		144
Аудиторные занятия, в т.ч.	64	64
Лекционные (ЛК)	16	16

Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	32	32
Лабораторные (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа студентов (СРС)	80	80
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ПК-6	Способен к установке персональных компьютеров, учрежденческой автоматической телефонной станции (УАТС), подключению и обслуживанию периферийного оборудования и абонентских устройств	<p>Знать: Знает устройство, комплектность и состав периферийного оборудования, УПАТС, абонентских устройств;</p> <p>Уметь: Умеет применять регламенты по обновлению и техническому сопровождению периферийного оборудования, УАТС и абонентских устройств;</p> <p>Владеть: Владеет навыками планирования порядка и последовательности проведения работ по подключению и обслуживанию оборудования</p>
ПК-7	Способен к вводу в эксплуатацию аппаратных, программно-аппаратных и программных средств инфокоммуникационной инфраструктуры совместно с представителями поставщиков оборудования, организации инвентаризации технических	<p>Знать: Знает основы инфокоммуникационных технологий и способы поиска информации по продажам инфокоммуникационных систем и/или их составляющих</p> <p>Уметь: Умеет применять системы</p>

	средств	<p>управления взаимоотношениями с клиентами при подготовке аналитических отчетов по продажам</p> <p>инфокоммуникационных систем и/или их составляющих</p> <p>Владеть: Владеет навыками сбора, аналитического и численного исследования информации по продажам</p> <p>инфокоммуникационных систем и/или их составляющих</p>
ПК-11	<p>Знает общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети;</p>	<p>Знать: Знает общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети;</p> <p>Уметь: Умеет устанавливать операционные системы сетевых устройств; осуществлять мониторинг администрируемых сетевых устройств, составлять расписание резервного копирования операционных систем сетевых устройств, разбирать и собирать администрируемые сетевые устройства;</p> <p>Владеть: Владеет навыками перезагрузки операционных систем сетевых устройств, регламентного обслуживания оборудования в соответствии с рекомендациями производителя.</p>
ПК-15	<p>Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство</p>	<p>Знать: Знать: НПА (РД, стандарты) по эксплуатационно-техническому обслуживанию оборудования АОЛС</p> <p>Уметь: Уметь: Составлять НПА по эксплуатационно-техническому обслуживанию оборудования АОЛС «МОСТ», сетей и оборудованию связи, а также по программам</p>

	объектов связи;	испытаний  Владеть: Владеть: Способностью проводить аудит технической документации по проектированию произвольного телекоммуникационного объекта
ПК-16	Знает современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение	Знать: Знает современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение  Уметь: Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации  Владеть: Владеет навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Цели, задачи и содержание дисциплины. История беспроводной связи. Основы функционирования. Современные	18	2	4	2	10

			беспроводные системы и перспективы их развития..					
	1.2	Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Современные методы цифровой модуляции. Современные методы кодирования источников сообщений и помехоустойчивого кодирования. Математические модели многолучевых каналов связи. Оптимальные методы демодуляции сигналов в многолучевых каналах. Сигнально-кодовые конструкции и турбокоды.	18	2	4	2	10
2	2.1	Широкополосная связь	Широкополосная связь с простыми и шумоподобными сигналами. Основы технологии кодового и кодово-временного разделения каналов. Основы технологии кодового разделения каналов со многими несущими. Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов.	18	2	4	2	10
	2.2	Технологии с организацией пространственных каналов	Основы формирования пространственных каналов. Системы со многими выходами и многими входами. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование.	18	2	4	2	10
3	3.1	Адаптивные системы передачи	Эквалайзеры и турбо-выравнивание. Системы беспроводной связи с	23	2	4	2	15

			переменной скоростью передачи. Адаптивные антенны в системах беспроводной связи					
	3.2	Сверхширокополосная связь	Области применения и сущность сверхширокополосной (СШП) технологии. Методы формирования и излучения СШП сигналов. Модели распространения и методы демодуляции СШП сигналов. Сверхбыстродействующие персональные сети.	31	4	8	4	15
	3.3	Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	Сотовые системы и беспроводные сети с базовой инфраструктурой. Повторное использование каналов. Емкость соты и отношение сигнал-помеха. Динамическое распределение ресурсов.	18	2	4	2	10
Итого				144	16	32	16	80

### 3.2. Содержание разделов дисциплины

#### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Цели, задачи и содержание дисциплины. История беспроводной связи. Основы функционирования. Современные беспроводные системы и перспективы их развития..	2
	1.2	Теоретические основы современной техники	Современные методы цифровой модуляции. Современные методы кодирования источников сообщений и помехоустойчивого кодирования.	2

		беспроводной связи	Математические модели многолучевых каналов связи. Оптимальные методы демодуляции сигналов в многолучевых каналах. Сигнально-кодовые конструкции и турбо-коды.	
2	2.1	Широкополосная связь	Широкополосная связь с простыми и шумоподобными сигналами. Основы технологии кодового и кодово-временного разделения каналов. Основы технологии кодового разделения каналов со многими несущими. Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов.	2
	2.2	Технологии с организацией пространственных каналов	Основы формирования пространственных каналов. Системы со многими выходами и многими входами. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование.	2
3	3.1	Адаптивные системы передачи	Эквалайзеры и турбо-выравнивание. Системы беспроводной связи с переменной скоростью передачи. Адаптивные антенны в системах беспроводной связи	2
	3.2	Сверхширокополосная связь	Области применения и сущность сверхширокополосной (СШП) технологии. Методы формирования и излучения СШП сигналов. Модели распространения и методы демодуляции СШП сигналов. Сверхбыстродействующие персональные сети.	4
	3.3	Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	Сотовые системы и беспроводные сети с базовой инфраструктурой. Повторное использование каналов. Емкость соты и отношение сигнал-помеха. Динамическое распределение ресурсов.	2

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер	Тема	Содержание	Трудоемкость
--------	-------	------	------------	--------------



	раздела			(в часах)
1	1.1	Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Знакомство со средой Simulink, разделами библиотек, блоками основной библиотеки и установкой параметров	4
	1.2	Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Установка параметров блоков генераторов и осциллографов и отслеживание их влияния	4
2	2.1	Широкополосная связь	Сборка и исследование простейшей функциональной модели BPSK модема с моделью канала распространения.	4
	2.2	Технологии с организацией пространственных каналов	Отработка настройки параметров полосового и низкочастотного фильтров и оценка их влияния.	4
3	3.1	Адаптивные системы передачи	Сборка простейшей модели детектора ошибок. Сборка универсальной модели измерителя мощности.	4
	3.2	Сверхширокополосная связь	Отработка методики исследования спектральной и частотной эффективности простейшего модема.	8
	3.3	Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	Сборка простейшей модели ГУНа. Сборка простейшей модели BFSK модема.	4

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Введение. Современные направления	Ознакомление со средой функционального моделирования Simulink. Функциональные блоки	2

		развития технологий беспроводной связи	библиотечных модулей.	
	1.2	Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Ознакомление со средой функционального моделирования Simulink. Функциональные блоки библиотечных модулей.	2
2	2.1	Широкополосная связь	Исследование BPSK и QPSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	2
	2.2	Технологии с организацией пространственных каналов	Исследование BPSK и QPSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	2
3	3.1	Адаптивные системы передачи	Исследование Pi/4_QPSK и MSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	2
	3.2	Сверхширокополосная связь	Исследование BFSK и 4 FSK модемов	4
	3.3	Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	Исследование алгебраического и циклического блочных кодеков	2

### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Проработка лекционного материала. Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Конспект; РГР; Эксп; У.З.; Эл ресурсы; Сл	10
	1.2	Теоретические основы	Конспект; РГР; Эксп;	10

		современной техники беспроводной связи	У.З.; Эл ресурсы; Сл	
2	2.1	Исследование BPSK и QPSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	Конспект; РГР; Эксп; У.З.; Эл ресурсы; Сл	10
	2.2	Структура, принцип действия и виды преобразователей частоты. Основы линейной теории преобразователей. Эквивалентные параметры и методика их расчета.	Конспект; РГР; Эксп; У.З.; Эл ресурсы; Сл	10
3	3.1	Сборка простейшей модели детектора ошибок. Сборка универсальной модели измерителя мощности.	Конспект; РГР; Эксп; У.З.; Эл ресурсы; Сл	15
	3.2	Отработка методики исследования спектральной и частотной эффективности простейшего модема.	Конспект; РГР; Эксп; У.З.; Эл ресурсы; Сл	15
	3.3	Сборка простейшей модели ГУНа. Сборка простейшей модели BFSK модема.	Конспект; РГР; Эксп; У.З.; Эл ресурсы; Сл	10

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература**

##### **5.1.1. Печатные издания**

1. 1. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. Гриф УМО / В. А. Галкин.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - 592 с.: (Учебное пособие) (Специальность для высших учебных заведений). (40 экз.) 2. Лебедев Е.Г. Теоретические основы передачи информации. Гриф УМО. – М.: Лань, 2011.- 352 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1543](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543)

### 5.1.2. Издания из ЭБС

1. 1.Рихтер С.Г. Цифровое радиовещание М.: Горячая линия – Телеком,2004.- 346 с.

## 5.2. Дополнительная литература

### 5.2.1. Печатные издания

1. 1. Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М.: Экотрендз, 2005. - 390 с.: (Библиотека МТС & GSM). (42 экз.) 2. Скляр Б. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение: Пер. с 2578 9 англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2003. - 1099 с. (13 экз.) 3. Скляр Б. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. - М.: Вильямс, 2004. - 1099 с. (18 экз.) 4. Рудой В. М. Системы передачи информации: Учебное пособие для вузов / В. М. Рудой. (Учебное пособие для вузов). - М.: Радиотехника, 2007. - 277 с. (20 экз.) 7. Вернер М. Основы кодирования: Учебник для вузов: Пер. с нем. / М. Вернер; пер.: Д. К. Зигангиров. - М.: Техносфера, 2006. - 286 с. - (Мир программирования; VIII, 03). (49 экз.)

### 5.2.2. Издания из ЭБС

1. 1. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ. / Р. Морелос-Сарагоса; пер.: В. Б. Афанасьев. (Мир связи; IX, 05). - М.: Техносфера, 2006. - 319 с. (40 экз.) 2. Прокис Д. Цифровая связь: Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М.: Радио и связь, 2000. - 798 с. (7 экз.) 3. Слепов Н. Н. Англо-русский толковый словарь сокращений в области связи, компьютерных и информационных технологий: Около 35000 терминов и Словарь русских сокращений: около 5100 терминов / Н. Н. Слепов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2005. - 794 с. (33 экз.)

## 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» ( <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> ). 2. Научная Электронная Библиотека <a href="http://www.e-library.ru">http://www.e-library.ru</a> . 3. Электронные версии	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> ).

учебников, пособий, методических разработок, указаний и реко-мендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных вузовской рабочей програм-мой, находящиеся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе, на внутри се-тевом сервере <a href="http://www.zabgu.ru/">http://www.zabgu.ru/</a> .
--

## 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) Mozilla Firefox

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Лекции являются основным источником теоретического материала по дисциплине «Беспроводные системы связи». Посещение и конспектирование лекций является обязательной составляющей успешного освоения дисциплины обучающимися.

Для эффективного освоения материала дисциплины «Электромагнитные поля и волны» необходимо выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных и практических занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фикси- ровать (на любых носителях информации);
- обязательное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и

условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;

- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;

- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Порядок организации самостоятельной работы студентов Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Порядок организации лабораторной работы студентов

Лабораторная работа студентов предполагает сознательной активной работы не только в лаборатории при сборке установки и проведении измерений, но и дома при подготовке к измерениям, обработке результатов и составлении отчета.

Выполнение лабораторной работы есть определенная последовательность действий:

- подготовка к эксперименту;
- проведение измерений;
- обработка полученных результатов;
- формулировка выводов и написание отчета.

Для грамотного и быстрого их выполнения должна сложиться определенная система знаний и умений (ориентировочная основа действия), которая обеспечит правильное и рациональное исполнение действия.

Поэтому выполнение каждой лабораторной работы необходимо начинать с изучения ее описания и приведения знаний в систему, а именно:

- ясно представить себе общую цель данной конкретной лабораторной работы и последовательность задач, решение которых приведет к достижению окончательной цели;
- знать, какое физическое явление изучается в данной работе, какими зависимостями связаны описываемые его величины;
- знать основные особенности объекта исследования
- изучить и уметь объяснить физические основы используемых в работе методов измерения искомых величин;
- уметь нарисовать принципиальную схему используемой установки и знать назначение каждого из ее узлов;
- знать последовательность выполнения этапов лабораторной работы;

— иметь общее представление об ожидаемых результатах проводимого эксперимента и уметь выбрать метод, нужный для их математической обработки  
Порядок организации студентов на практическом занятии

На практических занятиях обобщаются и систематизируются знания, полученные на лекционных занятиях, и формируются умения решать типовые задачи. При решении задач студент должен уметь:

- выделять описываемое явление (объект), анализировать условие задачи;
- выполнять построение модели явления;
- формулировать выводы из модели;
- выявлять применения полученных знаний в профессиональной деятельности.

Разработчик/группа разработчиков:  
Сергей Григорьевич Виблый

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.