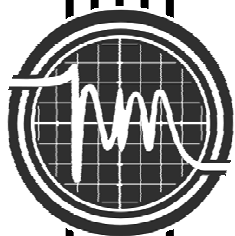


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Севастопольский государственный университет»

Институт радиоэлектроники и информационной безопасности



РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Методические рекомендации
по выполнению лабораторного практикума
для студентов очной и заочной форм обучения
направлений подготовки 11.04.01 «Радиотехника» и
11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Часть 1

**Севастополь
2017**

УДК 621.396

Рецензент: канд. техн. наук, доцент С.Р. Зиборов

Составитель: канд. техн. наук, доцент А.А. Савочкин

Радиотехнические системы передачи информации: методические рекомендации по выполнению лабораторного практикума для студентов очной и заочной форм обучения направлений подготовки 11.04.01 «Радиотехника» и 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / СевГУ; сост. А.А. Савочкин. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2017. — Ч. 1. — 71 с.

Цель методических рекомендаций — оказание помощи студентам в подготовке и выполнении лабораторных работ по дисциплине «Радиотехнические системы передачи информации», а также в получении ими теоретических знаний по работе систем передачи данных в радиодиапазоне и практических навыков по настройке и конфигурированию беспроводного оборудования.

УДК 621.396

Методические рекомендации утверждены на заседании кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации» «22» июня 2017 года, протокол № 12.

Методические рекомендации рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании методической комиссии Института радиоэлектроники и информационной безопасности «23» июня 2017 года, протокол № 11.

Ответственный за выпуск: д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации» И.Л. Афонин

Издательский номер 32/17

© ФГАОУ ВО «СевГУ», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа №1 «Исследование беспроводного маршрутизатора <i>Linksys</i> »	5
1.1. Цель лабораторной работы	5
1.2. Теоретическая часть.....	5
1.2.1. Характеристика стандарта <i>IEEE 802.11</i>	5
1.2.2. Характеристика беспроводного маршрутизатора <i>Linksys WRT54G2</i>	7
1.3. Описание лабораторной установки.....	11
1.3.1. Характеристика аппаратной части	11
1.3.2. Характеристика программных средств.....	11
1.4. Порядок выполнения лабораторной работы	12
1.4.1. Подготовка к выполнению работы	12
1.4.2. Настройка сетевых параметров	12
1.4.3. Настройка параметров защиты беспроводного подключения.....	18
1.4.4. Настройка <i>Wi-Fi</i> подключения для персонального компьютера	20
1.5. Содержание отчета по лабораторной работе	23
1.6. Контрольные вопросы	23
1.6.1. Вопросы для допуска к выполнению лабораторной работы.....	23
1.6.2. Вопросы для защиты лабораторной работы	24
2. Лабораторная работа №2 «Исследование беспроводного <i>ADSL</i> модема <i>ZTE</i> »	25
2.1. Цель лабораторной работы	25
2.2. Теоретическая часть.....	25
2.2.1. Характеристика <i>ADSL</i> модема <i>ZTE</i>	25
2.3. Описание лабораторной установки.....	27
2.3.1. Характеристика аппаратной части	27
2.3.2. Характеристика программных средств.....	27
2.4. Порядок выполнения лабораторной работы	28
2.4.1. Подготовка к выполнению работы	28
2.4.2. Настройка сетевых параметров	29

2.5. Содержание отчета по лабораторной работе	30
2.6. Контрольные вопросы	31
2.6.1. Вопросы для допуска к выполнению лабораторной работы.....	31
2.6.2. Вопросы для защиты лабораторной работы	31
3. Лабораторная работа №3 «Исследование характеристик мобильной сети 3G. Стандарты <i>EV-DO</i> и <i>UMTS / HSDPA</i> »	33
3.1. Цель лабораторной работы	33
3.2. Теоретическая часть.....	33
3.2.1. Технологии, применяемые в радиосистемах передачи данных для разделения каналов	33
3.2.2. Особенности мобильной связи стандарта 3G	36
3.3. Описание лабораторной установки.....	41
3.4. Порядок выполнения лабораторной работы	45
3.4.1. Исследование свойств канала связи при использовании стандартов <i>CDMA2000 1X</i> и <i>EV-DO Rel. A</i>	45
3.4.2. Исследование свойств канала связи при использовании стандарта <i>EV-DO Rev. A</i>	48
3.4.3. Исследование свойств канала связи при использовании стандарта <i>UMTS / HSDPA</i>	50
3.5. Содержание отчета по лабораторной работе	52
3.6. Контрольные вопросы	53
3.6.1. Вопросы для допуска к выполнению лабораторной работы.....	53
3.6.2. Вопросы для защиты лабораторной работы	53
Библиографический список	55
Приложение А. ZXV10 H108L <i>Home Gateway. User Manual</i>	56

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

«ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСПРОВОДНОГО МАРШРУТИЗАТОРА *Linksys*»

1.1. Цель лабораторной работы

Целью лабораторной работы является ознакомление студентов с принципами построения и работы беспроводного маршрутизатора (роутера) *Linksys WRT54G2* путем экспериментального исследования и настройки устройства.

1.2. Теоретическая часть

1.2.1. Характеристика стандарта *IEEE 802.11*

В табл. 1.1 приведены сведения о максимальной пропускной способности вариантов протокола *IEEE 802.11* (по данным компании *Atheros™ Communications*). В таблице использованы следующие обозначения: *Complementary Code Keying (CCK)* — модуляция с помощью дополнительного кода, *Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM)* — мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов; *Multiple Input Multiple Output (MIMO)* — множественный вход, множественный выход.

Таблица 1.1 — Максимальная пропускная способность вариантов стандарта *IEEE 802.11*

Протокол	Модуляция	Скорость протокола, Мбит/с	Максимальная скорость TCP, Мбит/с	Максимальная скорость UDP, Мбит/с
802.11b	<i>CCK</i>	11	5,9	7,1
802.11g (в режиме <i>Mixed</i>)	<i>OFDM/CCK</i>	54	14,4	19,5
802.11g (в режиме <i>11g-only</i>)	<i>OFDM/CCK</i>	54	24,4	30,5
802.11a	<i>OFDM</i>	54	24,4	30,5
802.11a <i>TURBO</i>	<i>OFDM</i>	108	42,9	54,8
802.11n	<i>OFDM/CCK/MIMO</i>	300	»100	Нет данных

На рис. 1.1 изображен план распределения частот для стандарта *IEEE 802.11b/g* из которого следует, что одновременно в частотной области без перекрытия могут работать три различных системы (на каналах с номерами 1, 6 и 11). Один канал занимает полосу частот 22 МГц [1, 2].

Соответствие частот и номеров каналов для *IEEE 802.11b/g* приведены в табл. 1.2.

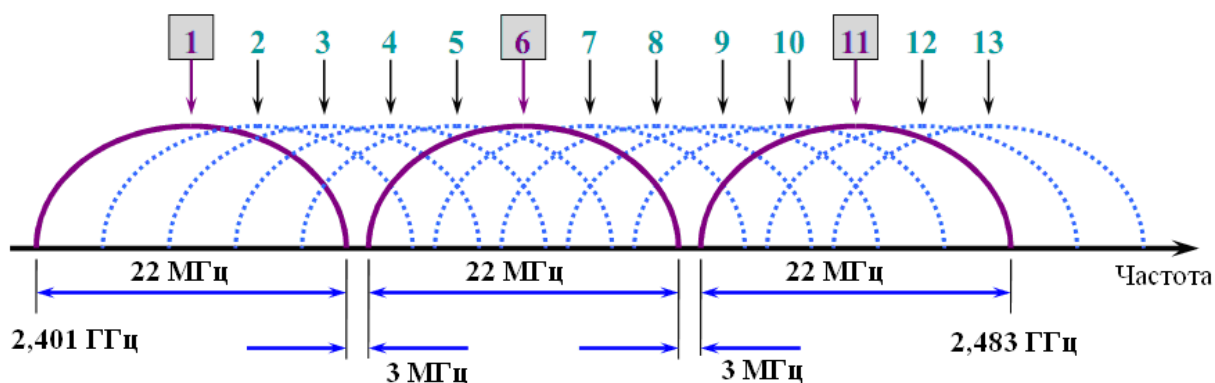


Рис. 1.1 — План распределения частот по стандарту *IEEE 802.11b/g*

Таблица 1.2 — Распределение частот по каналам стандарта 802.11b/g

Номер канала	Центральная частота канала, ГГц
1	2,412
2	2,417
3	2,422
4	2,427
5	2,432
6	2,437
7	2,442
8	2,447
9	2,452
10	2,457
11	2,462
12	2,467
13	2,472

Стандартом *IEEE 802.11b* предусмотрено использование либо двоичной (*BDPSK*), либо квадратурной (*QDPSK*) относительной фазовой модуляции.

Согласно стандарту *IEEE 802.11g* на низких скоростях передачи используется фазовая модуляция с абсолютным кодированием, то есть двоичная и квадратурная фазовые модуляции *BPSK* и *QPSK*. При использовании *BPSK* модуляции в одном символе кодируется только один информационный разряд, а при использовании *QPSK* модуляции — два информационных разряда.

При модуляции *BPSK* скорость передачи данных равна 6 и 9 Мбит/с, а при модуляции *QPSK* — 12 и 18 Мбит/с [3].

Для передачи на более высоких скоростях применяют квадратурную амплитудную модуляцию (*Quadrature Amplitude Modulation, QAM*), при которой сообщение кодируется путем изменения как фазы, так и амплитуды сигнала. В стандарте *IEEE 802.11g* предусмотрено использование модуляции 16-QAM и 64-QAM. В случае использования 16 состояний сигнала обеспечивается кодирование четырех двоичных разрядов в одном сигнале. При 64 возможных состояниях сигнала кодируется шесть двоичных разрядов в одном сигнале.

Модуляция 16-QAM применяется при скоростях передачи информации 24 и 36 Мбит/с, а модуляция 64-QAM — при скоростях 48 и 54 Мбит/с.

Примечание. В Российской Федерации, в соответствии с решениями Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) от 7 мая 2007 г. № 07-20-03-001 «О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия» [4], использование оборудования *Wi-Fi* без получения частного разрешения на использование частот возможно для организации сети внутри зданий, закрытых складских помещений и производственных территорий в полосах 2400—2483,5 МГц (стандарты 802.11b и 802.11g) и 5150—5350 МГц (802.11a и 802.11n). Для легального использования внеофисной беспроводной сети *Wi-Fi* (например, радиоканала между двумя соседними домами) необходимо получение разрешения на использование частот (как в полосе 2,4 ГГц, так и 5 ГГц) на основании заключения экспертизы о возможности использования заявленных РЭС.

1.2.2. Характеристика беспроводного маршрутизатора *Linksys WRT54G2*

Беспроводный маршрутизатор (роутер) *Linksys WRT54G2* сочетает в себе три разных устройства. Во-первых, это беспроводная точка доступа, которая позволяет подсоединить к сети устройства, поддерживающие стандарты 802.11b и 802.11g. Во-вторых, встроенный четырехпортовый дуплексный 10/100 Мбит/с коммутатор *Ethernet*. В-третьих, устройство обеспечивает функции маршрутизации и формирования *IP* адресов для подключаемых устройств с помощью функций *DHCP* сервера.

Устройство выполнено в виде единого блока, на верхней панели которого размещены элементы индикации: LAN (1...4), WLAN, *Wi-Fi Protected Setup* (WPS), *Wi-Fi*, *Internet*, *Power*. Внешний вид устройства изображен на рис. 1.2.



Рис. 1.2 — Внешний вид беспроводного маршрутизатора *Linksys WRT54G2*

Взаимодействие отдельных структурных составляющих устройства между собой и с внешним оборудованием показано на рис. 1.3.

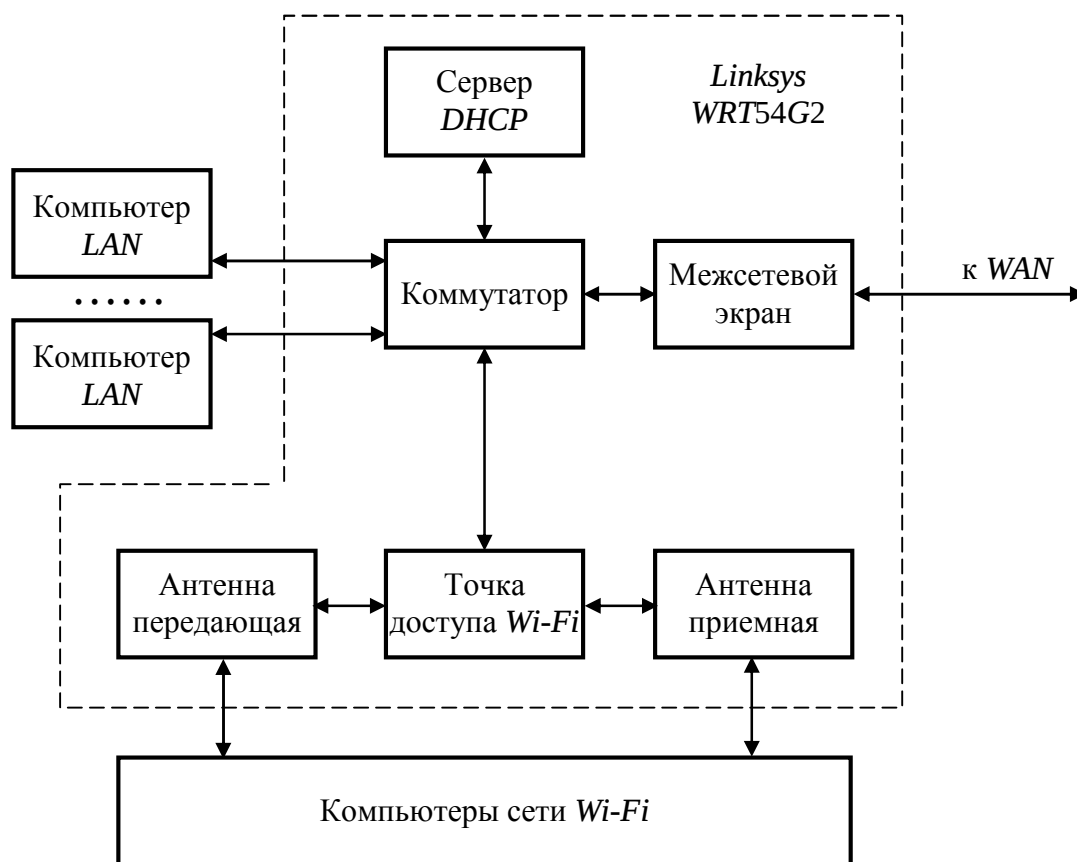


Рис. 1.3 — Структурная схема беспроводного маршрутизатора *Linksys WRT54G2*

Расположение соединительных разъемов на задней панели роутера *Linksys WRT54G2* показано на рис. 1.4. Устройство содержит один порт стандартов *IEEE 802.3*, *IEEE 802.3u* для подключения к внешней сети *WLAN*. В общем случае сеть *WLAN* обеспечивает доступ к ресурсам *Internet* (этот разъем обозначен надписью *Internet* на подложке желтого цвета). Четыре порта для подключения компьютеров локальной сети (*LAN*) обозначены надписью *Ethernet* на подложке синего цвета.

Все порты *Ethernet* (10/100BASE-TX) имеют функцию автоматического определения *MDI/MDI-X*, что позволяет использовать для подключения компьютеров, или других коммутаторов кабель с прямой или с перекрестной разводкой.

На задней панели расположена также кнопка сброса параметров конфигурации (промаркированная надписью *Reset* красного цвета) и разъем для подключения устройства к источнику питания постоянного тока с напряжением 12 В.



Рис. 1.4 — Расположение соединительных разъемов на задней панели беспроводного маршрутизатора *Linksys WRT54G2*

Отличительной особенностью роутера *Linksys* является отсутствие внешних антенн. На рис. 1.5 показано размещение внутри корпуса двух антенн обеспечивающих работу беспроводной точки доступа. Все остальные элементы роутера смонтированы в виде единого печатного узла.

Максимальный уровень мощности передатчика *Wi-Fi* — 18 дБм.

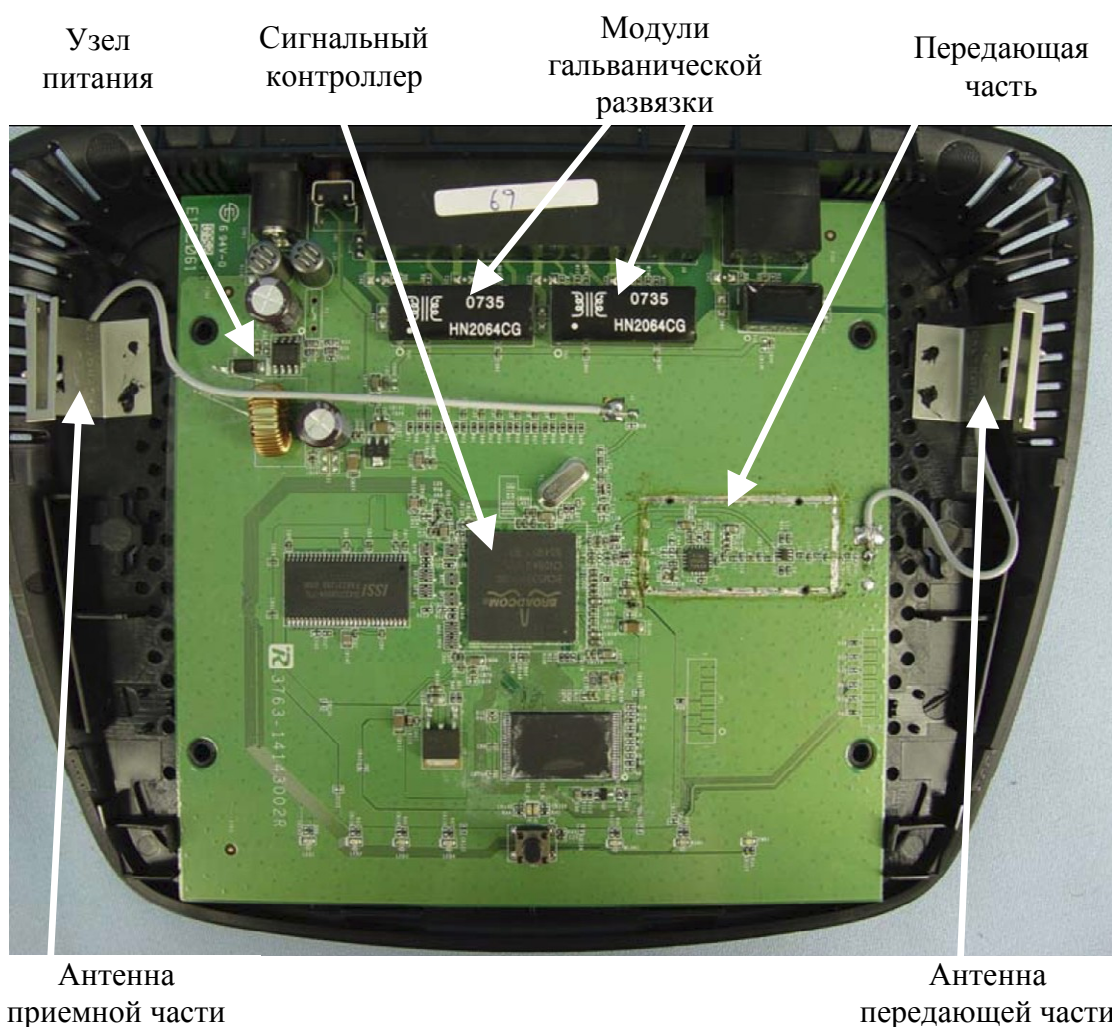


Рис. 1.5 — Расположение элементов беспроводного маршрутизатора *Linksys WRT54G2* внутри корпуса

1.3. Описание лабораторной установки

1.3.1. Характеристика аппаратной части

Лабораторная работа выполняется на оборудовании *Linksys by Cisco*. В состав лабораторной установки входят роутер *WRT54G2* и персональный компьютер (ПК), оборудованный интерфейсами *Ethernet* и *Wi-Fi*.

Упрощенная структурная схема лабораторной установки изображена на рис. 1.6.

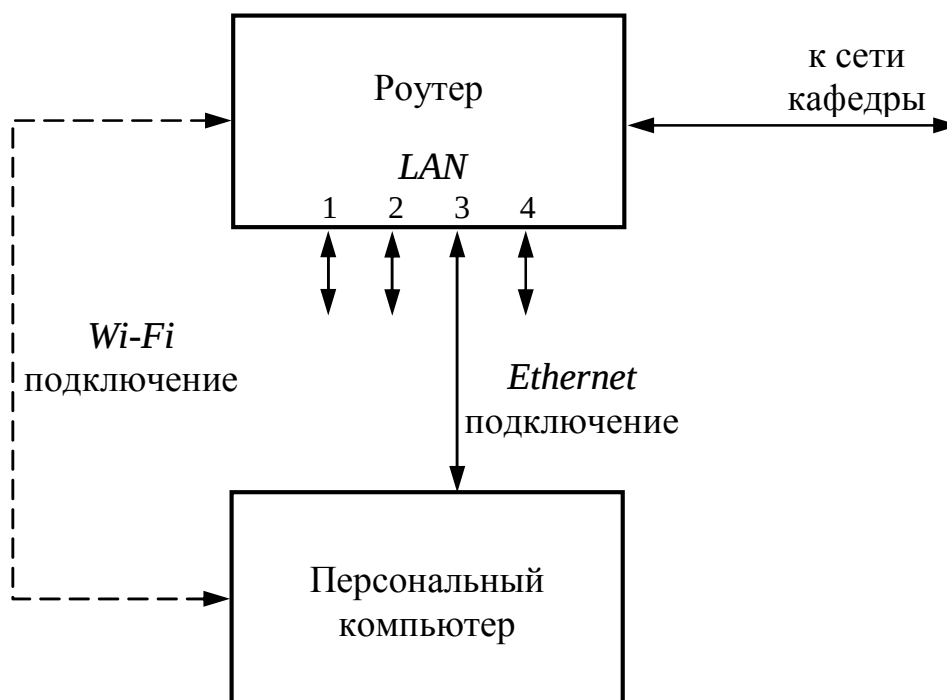


Рис. 1.6 — Структурная схема лабораторной установки

1.3.2. Характеристика программных средств

При выполнении работы используется программа *inSSIDer*, которая выдает информацию о *MAC*-адресах обнаруженных беспроводных устройств, значения идентификаторов сетей (*Service Set Identifier, SSID*), имена устройств, используемые частотные каналы, сообщает о том, включен ли режим шифрования и т.д. Вид основного окна программы *inSSIDer* показан на рис. 1.7.

Программа предоставляет информацию о публичном названии сети, указывает тип используемого режима безопасности и скорость передачи данных для каждого беспроводного устройства *Wi-Fi*.



Рис. 1.7 — Вид основного окна программы *inSSIDer*

1.4. Порядок выполнения лабораторной работы

1.4.1. Подготовка к выполнению работы

- 1) Подключить персональный компьютер с помощью сетевого кабеля *Ethernet* к одному из четырех *LAN* портов роутера.
- 2) Включить персональный компьютер и подать напряжение питания на роутер. Компьютер после загрузки операционной системы готов к проведению исследований.
- 3) Открыть окно «Сетевые подключения» и в этом окне выбрать режим «Отобразить сетевые подключения».
- 4) Проверить состояние сетевых подключений. Сетевые подключения «Подключение по локальной сети» и «Беспроводное подключение» должны быть в состоянии «Включено».

1.4.2. Настройка сетевых параметров

- 1) Проверить отсутствие установленной связи по *Wi-Fi* подключению. Для этого нажать правой кнопкой мыши на значке беспроводного сетевого соединения в правой части панели задач и выбрать команду «Просмотр доступных беспроводных сетей». При наличии подключений следует в окне беспроводного сетевого соединения операционной системы *Windows XP* выбрать левой кнопкой мыши соединение и нажать кнопку «Разъединить».
- 2) Произвести настройку параметров сетевого адаптера на персональном компьютере. Для настройки использовать следующие параметры:

- IP-адрес: 192.168.1.10;
- маска подсети: 255.255.255.0;
- основной шлюз: 192.168.1.1;
- предпочитаемый DNS-сервер: 192.168.1.1;
- альтернативный DNS-сервер: 192.168.0.127.

Активация режима настройки может производиться в следующей последовательности:

- «Сетевое окружение»;
- «Отобразить сетевые подключения»;
- вызов свойств для «Подключение по локальной сети» по нажатию правой кнопки мыши;
- в закладке «Общие» выбрать «Протокол Интернета (TCP/IP)»;
- активация «Свойства» для «Протокол Интернета (TCP/IP)», как показано на рис. 1.8.

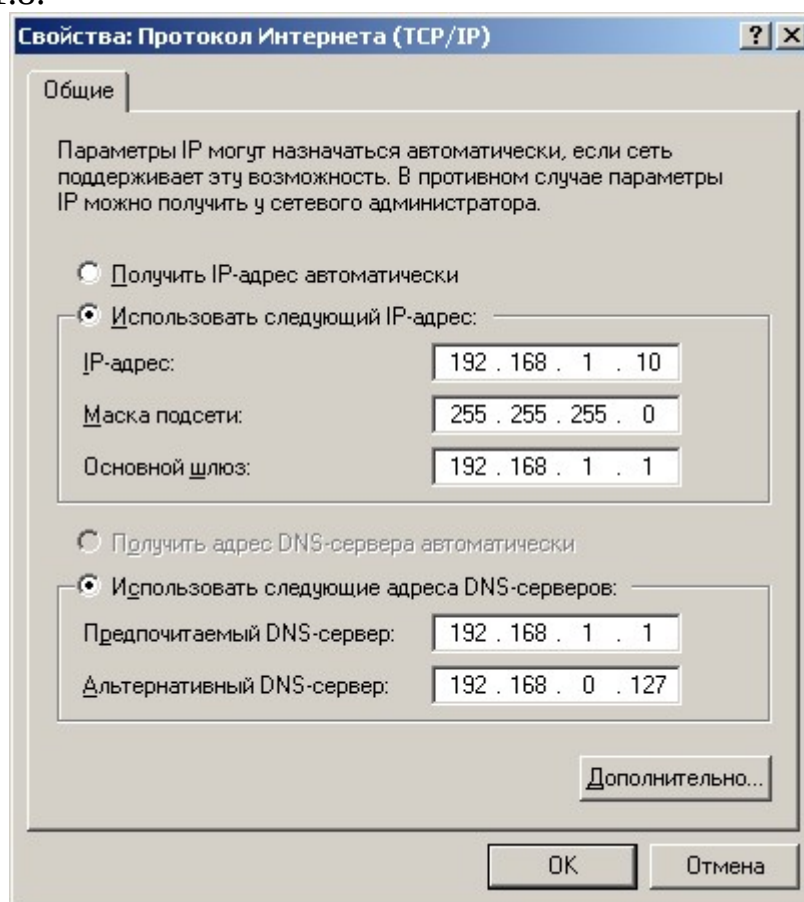


Рис. 1.8 — Окно установки параметров сетевого адаптера

3) Выполнить конфигурирование сетевых параметров роутера, используя программу конфигурирования роутера через *WEB*-интерфейс. Для этого в поле адреса браузера Интернет ввести IP-адрес роутера 192.168.1.1.

При удачном запуске программы конфигурирования роутер запросит данные авторизации пользователя в виде параметров «Имя пользователя» и «Пароль». На запрос «Имя пользователя» следует вести *admin*, на запрос «Пароль» — *admin*. После удачного соединения запустится программа конфигурирования. Вид окна настройки параметров показан на рис. 1.9.

LINKSYS® by Cisco Firmware Version: 1.0.04

Wireless-G Broadband Router WRT54G2

Setup

Setup | Wireless | Security | Access Restrictions | Applications & Gaming | Administration | Status

Basic Setup | DDNS | MAC Address Clone | Advanced Routing

Internet Setup

Internet Connection Type: Automatic Configuration - DHCP

Optional Settings (required by some ISPs)

Router Name: WRT54G2

Host Name:

Domain Name:

MTU: Auto

Size: 1500

Network Setup

Router IP

Local IP Address: 192 . 168 . 1 . 1

Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0

Network Address Server Settings (DHCP)

DHCP Server: ☒ Enable ☐ Disable

Starting IP Address: 192.168.1. 100

Maximum Number of DHCP Users: 50

Client Lease Time: 0 minutes (0 means one day)

Static DNS 1: 0 . 0 . 0 . 0

Static DNS 2: 0 . 0 . 0 . 0

Static DNS 3: 0 . 0 . 0 . 0

WINS: 0 . 0 . 0 . 0

Time Setting

Time Zone: (GMT-08:00) Pacific Time (USA & Canada)

☒ Automatically adjust clock for daylight saving changes

Automatic Configuration - DHCP: This setting is most commonly used by Cable operators.

Host Name: Enter the host name provided by your ISP.

Domain Name: Enter the domain name provided by your ISP.

More...

Local IP Address: This is the address of the router.

Subnet Mask: This is the subnet mask of the router.

DHCP Server: Allows the router to manage your IP addresses.

Starting IP Address: The address you would like to start with.

Maximum number of DHCP Users: You may limit the number of addresses your router hands out.

More...

Time Setting: Choose the time zone you are in. The router can also adjust automatically for daylight savings time.

Save Settings Cancel Changes

CISCO

Рис. 1.9 — Вид окна закладки *Setup* программы конфигурирования роутера

Примечание. В случае если соединение с роутером через *WEB*-интерфейс установить не удастся, следует выполнить нижеуказанные действия.

а) Проверить правильность настройки сетевых параметров персонального компьютера. Произвести запуск командной консоли *Windows XP*. Для этого нажать «Пуск» — «Выполнить» и в поле ввода «Открыть» набрать *CMD*, завершив ввод нажатием кнопки «OK». Определить установленный *IP* адрес, для чего следует выполнить команду *IPCONFIG*. Адрес компьютера должен быть 192.168.1.10.

б) Проверить на ПК наличие соединения с роутером с помощью команды *ping* 192.168.1.1.

В случае отсутствия ответа роутера на команду *ping* необходимо выполнить сброс его параметров. Для этого нажать тонким стержнем (например, разогнутой скрепкой или спичкой) и держать нажатой около 5...15 секунд кнопку *Reset* на задней панели роутера до момента погасания всех индикаторов и начала мигания индикатора *Power*.

Внимание! Сброс настроек конфигурации выполняется совместно с преподавателем.

4) Произвести настройку сетевых параметров роутера для внешней сети (*Wide Area Network, WAN*). Для этого в окне *Setup / Basic Setup* в поле *Internet Connection Type* выбрать режим *Static IP* и установить следующие параметры:

- *Internet IP Address*: 192.168.0.128;
- *Subnet Mask*: 255.255.255.000;
- *Gateway*: 192.168.0.127;
- *Static DNS 1*: 192.168.0.127;
- *Static DNS 2*: 0.0.0.0;
- *Static DNS 3*: 0.0.0.0.

В поле *Router Name* следует указать фамилию студента в английской нотации.

5) Произвести настройку сетевых параметров роутера для локальной сети. Для этого необходимо использовать параметры, указанные во втором столбце таблицы 1.3. Выбор параметров следует производить в соответствии с вариантом задания на выполнение работы. После установки всех необходимых параметров следует нажать кнопку «*Save Settings*».

Внимание! Поле для ввода «*Starting IP Address*» позволяет изменить только последний октет *IP* адреса, а первые три октета *IP* адреса принимают верные значения в соответствии с указанным значением «*Local IP Address*» после сохранения параметров (см. рис. 1.9).

6) Изменить настройки сетевого адаптера на персональном компьютере. Для настройки использовать следующие параметры:

- получить *IP*-адрес автоматически;
- получить адрес *DNS*-сервера автоматически.

7) Проверить наличие соединения с роутером по *Ethernet* интерфейсу, для чего выполнить команду *ping* на локальный *IP*-адрес роутера, который задан во втором столбце табл. 1.3. Зафиксировать в отчет среднее значение временной задержки отклика.

Определить назначенный сервером *IP* адрес, для чего необходимо выполнить команду *IPCONFIG*. Сохранить в отчет копию экрана ответа команды.

Таблица 1.3 — Исходные данные для настройки роутера

Последняя цифра номера зачетной книжки	Сетевые параметры роутера для локальной сети	Номер канала <i>Wi-Fi</i> подключения и режим работы	Параметры шифрования <i>Wi-Fi</i> подключения
1	Local IP Address: 192.168.30.2 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 192.168.30.20	1 <i>Mixed</i>	<i>WPA Personal</i>
2	Local IP Address: 192.168.5.3 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 192.168.5.20	2 <i>G-Only</i>	<i>WPA2 Personal (AES)</i>
3	Local IP Address: 192.168.40.10 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 192.168.40.30	3 <i>B-Only</i>	<i>WPA2 Personal (TKIP+AES)</i>
4	Local IP Address: 192.168.50.1 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 192.168.50.40	4 <i>Mixed</i>	<i>WEP 64 bits</i>
5	Local IP Address: 10.0.10.5 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 10.0.10.100	5 <i>G-Only</i>	<i>WEP 128 bits</i>
6	Local IP Address: 10.0.60.2 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 10.0.60.60	6 <i>B-Only</i>	<i>WPA Personal</i>
7	Local IP Address: 10.0.77.10 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 10.0.77.10	7 <i>Mixed</i>	<i>WPA2 Personal (AES)</i>
8	Local IP Address: 172.16.80.11 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 172.16.80.100	8 <i>G-Only</i>	<i>WPA2 Personal (TKIP+AES)</i>
9	Local IP Address: 172.16.111.1 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 172.16.111.100	9 <i>B-Only</i>	<i>WEP 64 bits</i>
0	Local IP Address: 172.16.2.2 Subnet Mask: 255.255.255.0 Starting IP Address: 172.16.2.100	10 <i>Mixed</i>	<i>WEP 128 bits</i>

8) Выполнить настройку основных сетевых параметров роутера для беспроводных подключений. Для соединения следует запустить программу конфигурирования роутера через *WEB*-интерфейс. Для этого в поле адреса браузера Интернет ввести локальный *IP*-адрес роутера.

При настройке использовать параметры, указанные в третьем столбце табл. 1.3. Выбор параметров производить в соответствии с вариантом задания на выполнение работы.

Для этого в окне программы конфигурирования роутера выбрать закладку *Wireless* и активировать режим *Manual*, как показано на рис. 1.10.

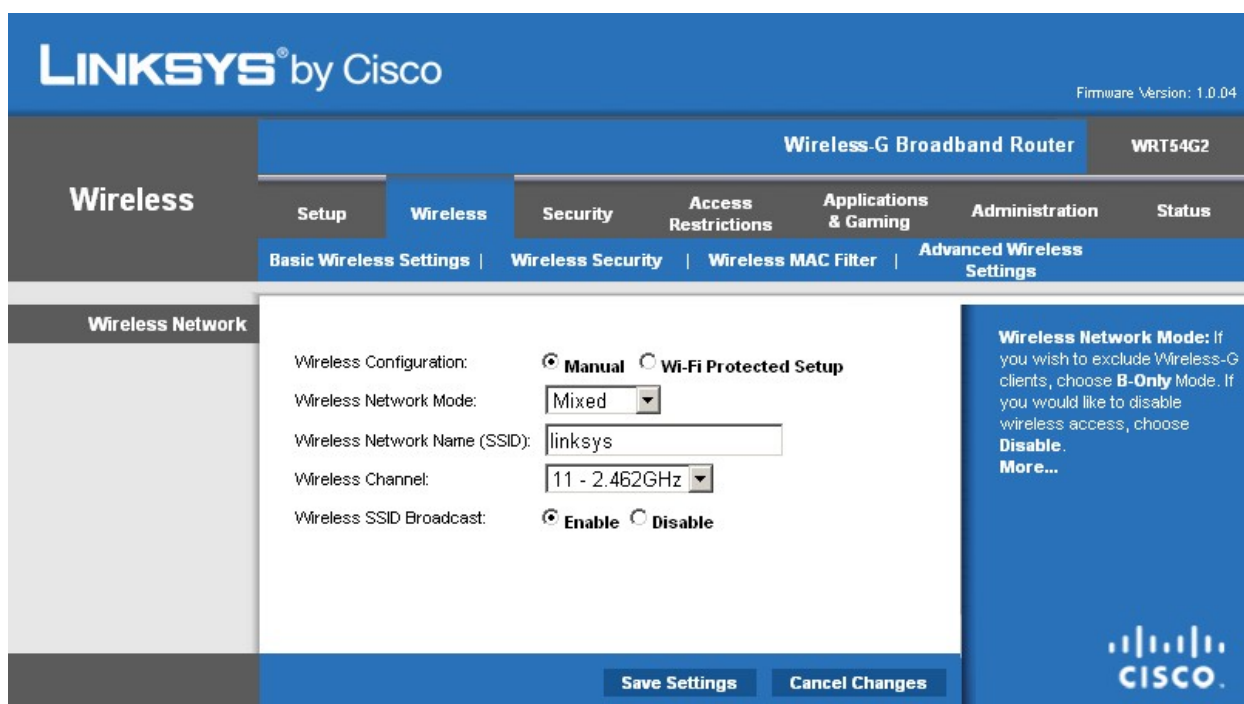


Рис. 1.10 — Вид окна *Wireless* программы конфигурирования роутера

Разрешить режим работы «*Wireless SSID Broadcast*» и указать в качестве «*Wireless Network Name (SSID)*» дату проведения исследований и номер учебной группы. Например, для 18 октября 2013 года и группы Р51д «*Wireless Network Name (SSID)*» будет иметь вид 2013_10_18_R51D.

После установки всех необходимых параметров следует нажать кнопку «*Save Settings*».

9) Сделать копию экрана сетевых настроек роутера (по нажатию клавиш *Alt — PrintScreen*) и вставить ее в электронный протокол по выполнению лабораторной работы.

10) Произвести настройку параметров защиты беспроводных подключений. Использовать параметры, указанные в четвертом столбце таблицы 1.3. Выбор параметров производить в соответствии с вариантом задания на выполнение работы. Для этого в окне программы конфигурирования роутера выбрать закладку «*Wireless Security*» и установить необходимый режим в поле *Security Mode*, как показано на рис. 1.11. Более подробно особенности установки параметров защиты беспроводных подключений описаны в подразделе 1.4.3 (1.4.3.1. — для режима *WEP*, 1.4.3.2. — для режима *WPA*, 1.4.3.3. — для режима *WPA2*).

При установке режима защиты для *Wi-Fi* подключения на верхней панели роутера загорается индикатор, который расположен посередине верхней панели под надписью *Cisco* (см. рис. 1.2).

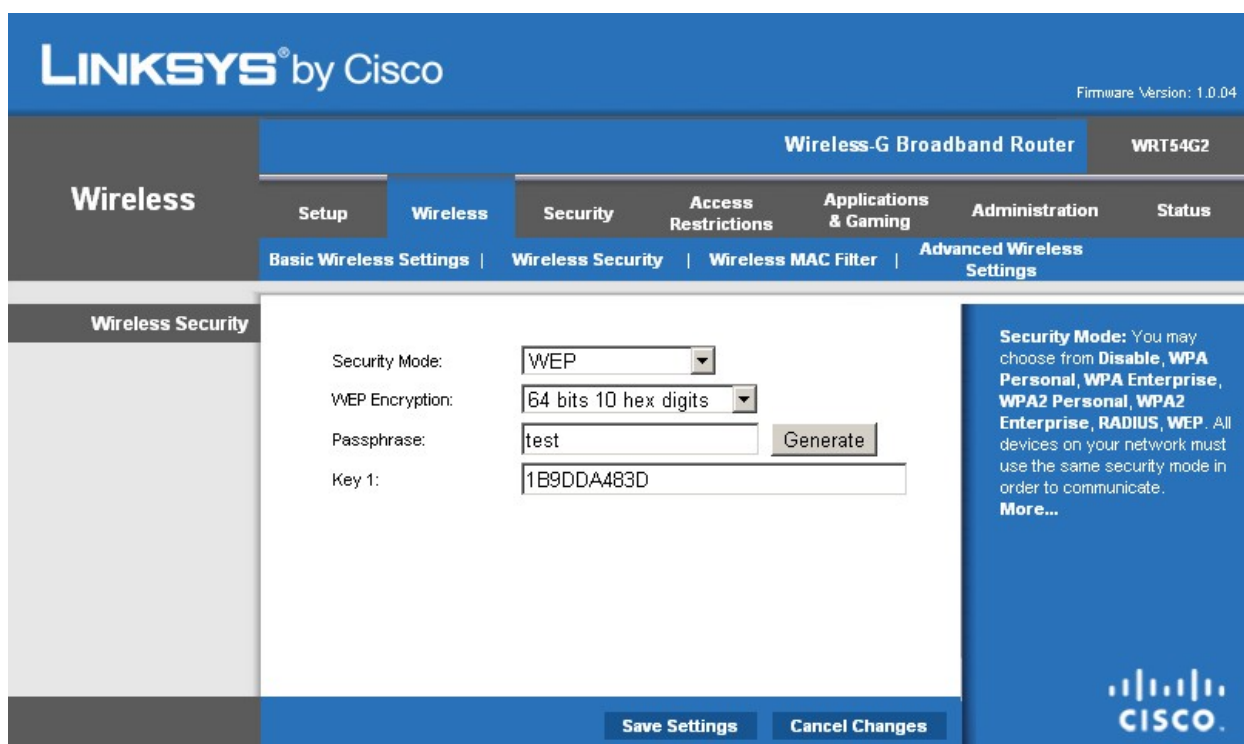
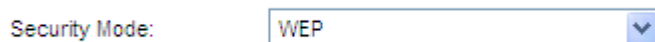


Рис. 1.11 — Вид окна установки параметров *Wireless Security*

1.4.3. Настройка параметров защиты беспроводного подключения

1.4.3.1. Установка режима *WEP*

1) В поле *Security Mode* следует выбрать режим *Wired Equivalent Privacy* (*WEP*).



2) В поле *WEP Encryption* следует указать режим 64-bit или 128-bit и затем ввести произвольное слово в поле *Passphrase*, закончив ввод нажатием кнопки *Generate*, как показано на рис. 1.12.



Рис. 1.12 — Вид окна установки параметров защиты беспроводной сети в режиме *WEP*

3) После нажатия кнопки *Generate* в поле «Key 1» будет сформирована ключевая последовательность доступа к устройству при *Wi-Fi* подключении. Следует сделать копию экрана конфигурации (по нажатию клавиш *Alt — PrintScreen*) с содержимым ключевых полей и вставить в электронный протокол по выполнению лабораторной работы.

Кроме того, следует записать последовательность в поле «Key 1» и использовать в последующем при *Wi-Fi* подключении к роутеру. После установки всех необходимых параметров следует завершить конфигурирование нажав кнопку «*Save Settings*».

1.4.3.2. Установка режима *WPA Personal*

1) В поле «*Security Mode*» следует выбрать режим *WPA Personal*.

Security Mode:

2) В поле «*WPA Shared Key*» следует ввести от 8 до 63 *ASCII* символов или 64 шестнадцатеричных символа. Важно учесть, что значение поля регистрочувствительно. Пример ввода данных показан на рис. 1.13.

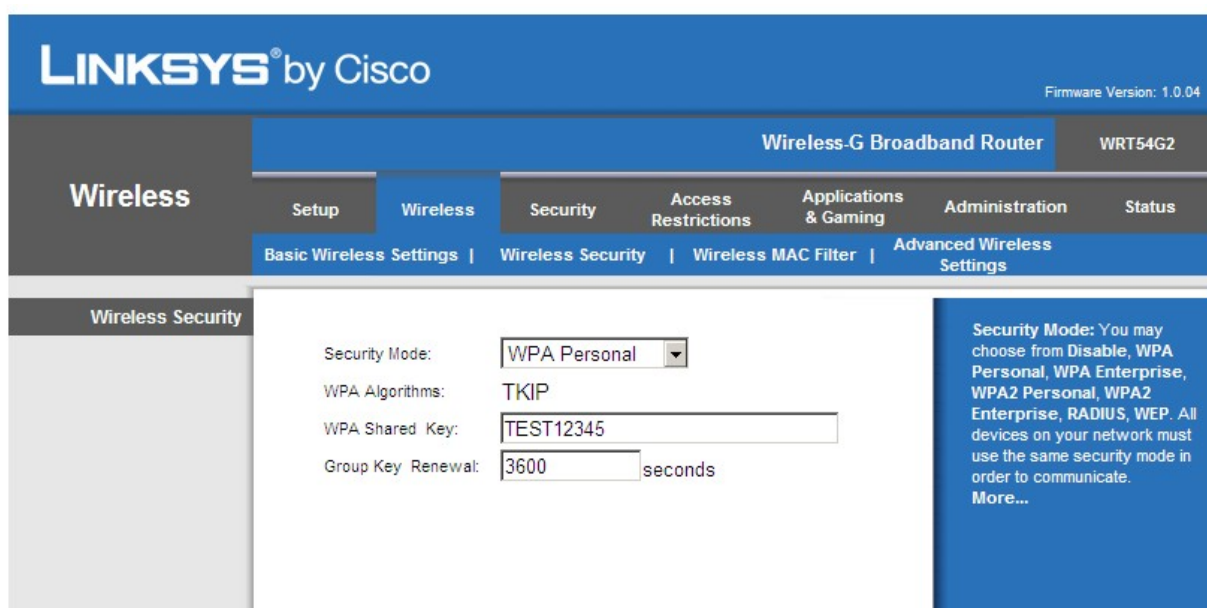


Рис. 1.13 — Вид окна установки параметров защиты беспроводной сети в режиме *WPA*

3) Следует сделать копию экрана конфигурации (по нажатию клавиш *Alt — PrintScreen*) с содержимым ключевых полей и затем вставить в электронный протокол по выполнению лабораторной работы.

Кроме того, следует записать последовательность в поле «*WPA Shared Key*» и использовать в последующем при *Wi-Fi* подключении к роутеру. После установки всех необходимых параметров следует нажать кнопку «*Save Settings*».

1.4.3.3. Установка режима *WPA2 Personal*

1) В поле «*Security Mode*» следует выбрать режим *WPA2 Personal*.

Security Mode: WPA2 Personal ▼

2) В поле *WPA Algorithms* следует выбрать режим *AES* или *TKIP+AES*, и затем в поле «*WPA Shared Key*» ввести от 8 до 63 *ASCII* символов или 64 шестнадцатеричных символа. Важно учесть, что значение поля регистрочувствительно.

3) Следует сделать копию экрана конфигурации (по нажатию клавиш *Alt — PrintScreen*) с содержимым ключевых полей и включить далее в электронный протокол по выполнению лабораторной работы.

Кроме того, следует записать последовательность в поле «*WPA Shared Key*» и использовать в последующем при *Wi-Fi* подключении к роутеру. После установки всех необходимых параметров следует нажать кнопку «*Save Settings*».

1.4.4. Настройка *Wi-Fi* подключения для персонального компьютера

1) Выполнить отключение персонального компьютера от роутера. Для этого в окне «Сетевое окружение» выбрать режим «Сетевые подключения»; нажать правой кнопкой мыши на «Подключение по локальной сети» и выбрать «Отключить».

2) Произвести соединение ПК с помощью *Wi-Fi* подключения. Для этого нажать правой кнопкой мыши на значке беспроводного сетевого соединения в правой части панели задач и выбрать команду «Просмотр доступных беспроводных сетей». Далее в окне беспроводного сетевого соединения операционной системы выбрать левой кнопкой мыши соединение с назначенным при выполнении лабораторной работы именем и нажать кнопку «Подключить». Вид окна показан на рис. 1.14.

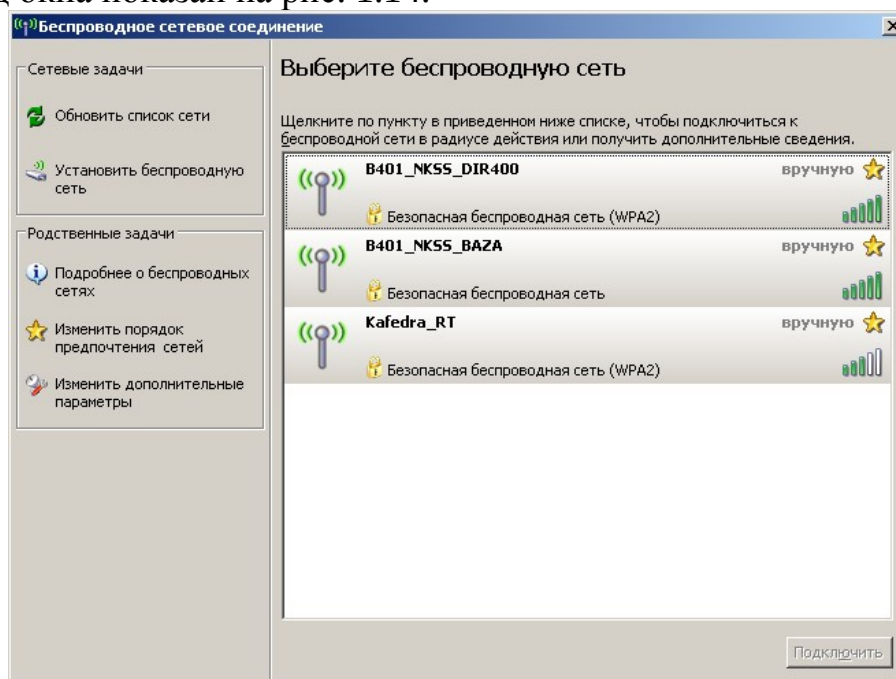


Рис. 1.14 — Вид окна беспроводного сетевого соединения *Windows XP*

При появлении запроса на ввод ключа сети следует ввести необходимую последовательность символов в поле «Ключ сети» и поле «Подтверждение ключа», и подтвердить ввод ключа, нажав кнопку «Подключить». Вид окна ввода ключевой последовательности показан на рис. 1.15.

Внимание! В случае неверного ввода ключевой последовательности операционная система не выдаст предупреждающего сообщения, но доступ к роутеру не будет получен.

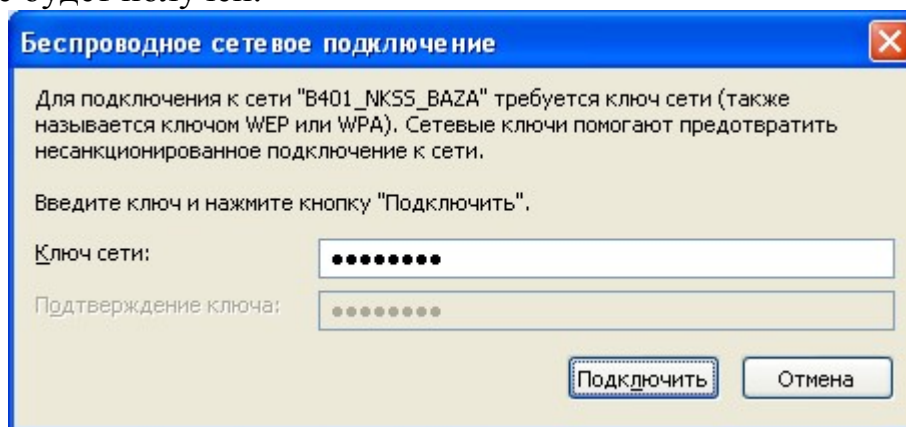


Рис. 1.15 — Вид окна ввода ключевой последовательности WEP или WPA

3) Произвести запуск командной консоли *Windows XP*. Для этого нажать «Пуск» — «Выполнить» и в поле ввода команды набрать *CMD*, завершив ввод нажатием кнопки «ОК».

Определить назначенный сервером *IP* адрес, для этого выполнить команду *IPCONFIG*. Сохранить в отчет копию экрана ответа команды.

Проверить на персональном компьютере наличие соединения с компьютером-сервером с помощью команды *ping* 192.168.1.1. Зафиксировать в отчет среднее значение временной задержки отклика.

4) Проверить доступ к заданному Интернет ресурсу и определить время доступа к ресурсу с помощью команды *ping*. Интернет ресурс для тестирования определяется по варианту, указанному в табл. 1.4.

Таблица 1.4 — Исходные данные для тестирования доступа к ресурсу

Последняя цифра номера зачетной книжки	Сайт 1	Сайт 2 (резерв)
1	list.ru	chipnews.gaw.ru
2	sevsu.ru	rp5.ru
3	rt-sevastopol.ru	dd-wrt.com
4	rambler.ru	dlink.com
5	yandex.ru	telesputnik.ru
6	google.com	government.ru
7	test.com	pressa.ru
8	radio.ru	sevastopol.info
9	supersky.su	dns-shop.ru
0	sevstar.net	gismeteo.ru

5) Определить путь к ресурсу с помощью команды *tracert* и сохранить результаты тестирования в протокол лабораторной работы.

6) Произвести запуск программы *inSSIDer*, которая сканирует диапазон частот работы устройств *Wi-Fi* и показывает работающие в данном месте беспроводные точки доступа и адаптеры, работающие в режиме *Ad-Hoc*. Программа *inSSIDer* выдает информацию о *MAC*-адресах, обнаруженных беспроводных устройств, значения идентификатора сети *SSID*, имена устройств, используемые частотные каналы, сообщает о том, включен ли режим шифрования и т.д. Вид основного окна программы *inSSIDer* показан на рис. 1.7 (см. подраздел 1.3.2.).

Определить уровень мощности сигнала для исследуемого роутера. Сканирование проводить в течение 2...3 минут. Зафиксировать полную информацию, включая номера частотных каналов для всех доступных точек доступа, и сохранить копию экрана программы в электронном протоколе лабораторной работы. Завершить работу программы *inSSIDer*.

7) Восстановить настройку оборудования в режиме *Wi-Fi* точки доступа лаборатории Б401. Для этого запустить программу конфигурирования роутера через *WEB*-интерфейс. Для этого в поле адреса браузера Интернет ввести локальный *IP*-адрес роутера.

При удачном запуске программы конфигурирования роутер запросит данные авторизации пользователя в виде параметров «Имя пользователя» и «Пароль». На запрос «Имя пользователя» следует ввести *admin*, на запрос «Пароль» — *admin*. После удачного соединения запустится программа конфигурирования. Вид окна настройки параметров показан на рис. 1.9.

Далее выбрать пункт меню *Administration > Config Management*. В разделе «*Config Management*», нажав кнопку «Обзор», указать путь к конфигурационному файлу «*Config2012_09_12*» (файл расположен в папке «Конфигурация *Linksys*» на диске *D:* персонального компьютера) и нажать кнопку *Restore*, как показано на рис. 1.16.

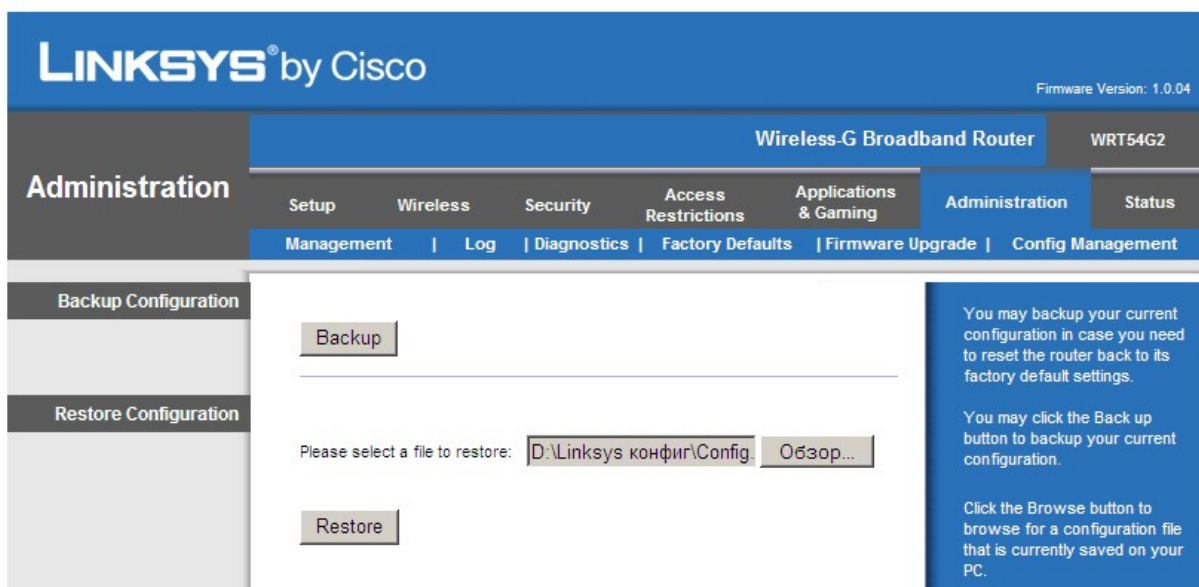


Рис. 1.16 — Вид окна сохранения и восстановления конфигурации роутера

8) Отключить *Wi-Fi* соединение, используя штатные средства операционной системы. Для этого нажать правой кнопкой мыши на значке беспроводного сетевого соединения в правой части панели задач и выбрать команду «Просмотр доступных беспроводных сетей».

1.5. Содержание отчета по лабораторной работе

1) Цель лабораторной работы, в которой следует указать какие зависимости, характеристики и параметры исследуются в лабораторной работе.

2) Упрощенная структурная схема лабораторной установки с указанием назначения отдельным элементов.

3) План распределения частот в графическом виде. На частотном плане указать область частот, занимаемую при передаче трафика роутером *WRT54G2* в ходе выполнения лабораторной работы.

4) Протокол исследований, включая результаты экспериментальных исследований.

5) Текстовые пояснения для полученных результатов.

6) Расчет максимальной мощности передающей части роутера.

8) Выводы по работе, включая анализ экспериментальных данных и подробное обсуждение результатов.

1.6. Контрольные вопросы

1.6.1. Вопросы для допуска к выполнению лабораторной работы

1) Охарактеризуйте порядок подключения к роутеру *Linksys* для выполнения первоначальной настройки.

2) В каком случае при подключении к роутеру через один из портов *LAN* не удастся произвести запуск встроенной программы конфигурирования роутера через *web* интерфейс? Какое действие следует выполнить для получения возможности запуска программы?

3) Охарактеризуйте назначение сетевых параметров роутера для беспроводных подключений.

4) Какие сетевые параметры роутера устанавливаются в устройстве после сброса конфигурации кнопкой *Reset*?

5) Охарактеризуйте назначение элементов лабораторного стенда по его структурной схеме.

6) Охарактеризуйте информацию, вырабатываемую программой *inSSIDer* в режиме тестирования.

7) Какие действия необходимо выполнить при подключении к сети *Wi-Fi* с помощью беспроводного сетевого соединения операционной системы *Windows XP*?

8) Охарактеризуйте порядок включения оборудования лабораторного стенда.

9) Какое число частотных каналов предусмотрено для работы беспроводных устройств передачи данных по стандарту IEEE 802.11b/g? Укажите

границы частотного диапазона и величину частотного разноса между каналами.

1.6.2. Вопросы для защиты лабораторной работы

1) Охарактеризуйте назначение функции автоматического определения *MDI/MDI-X*.

2) Изобразите основной рекомендуемый план распределения частот при работе трех сетевых устройств в диапазоне 2,4 ГГц.

3) Проанализируйте экспериментальные результаты с точки зрения эффективности и правильности частотного планирования. Предложите более правильный вариант распределения частот в лаборатории.

4) Изобразите вариант плана распределения частот при работе четырех сетевых устройств в диапазоне 2,4 ГГц.

5) Охарактеризуйте принципы организации и работы стандартов *IEEE 802.11* с точки зрения возможности повышения пропускной способности.

6) Сформулируйте требования безопасности при работе с устройствами *Wi-Fi*.

7) Запишите алгоритм настройки сетевых параметров *LAN* роутера *WRT54G2* в случае, если неизвестен пароль для входа в программу конфигурирования параметров.

8) Запишите алгоритм настройки сетевых параметров роутера *WRT54G2* при использовании стандарта *802.11g* и методе защиты *WPA2 Personal*.

9) Запишите перечень организационных мероприятий по повышению надежности защиты беспроводной сети.

10) Определите причины уменьшения пропускной способности при подключении устройств с помощью *Wi-Fi* оборудования.

11) Охарактеризуйте метод защиты беспроводной сети, используемый при исследовании оборудования в лабораторной работе.

12) Охарактеризуйте варианты реализации модуляции в стандарте *IEEE 802.11* на физическом уровне.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

«ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСПРОВОДНОГО ADSL МОДЕМА ZTE»

2.1. Цель лабораторной работы

Целью лабораторной работы является ознакомление студентов с принципами построения и работы беспроводного оборудования *Wi-Fi* путем экспериментального исследования и настройки устройства.

2.2. Теоретическая часть

2.2.1. Характеристика ADSL модема ZTE

Беспроводный ADSL модем ZXV10H108L производства компании ZTE сочетает в себе четыре разных устройства. Во-первых, это беспроводная точка доступа, поддерживающая стандарты *IEEE 802.11b/g/n*. Во-вторых, встроенный четырехпортовый дуплексный 10/100 Мбит/с коммутатор *Ethernet*. В-третьих, модем ADSL. В-четвертых, устройство обеспечивает функции маршрутизации и формирования IP адресов для подключаемых устройств с помощью функций *DHCP* сервера [5] (см. прил. А).

Устройство выполнено в виде единого блока, на верхней панели которого размещены элементы индикации: *WPS*, *WLAN*, *LAN1...LAN4*, *DSL*, *Internet*, *Run*, *Power*. Внешний вид устройства изображен на рис. 2.1.



Рис. 2.1 — Внешний вид беспроводного ADSL модема ZXV10H108L

Взаимодействие отдельных структурных составляющих устройства между собой и с внешним оборудованием показано на рис. 2.2.



Рис. 2.2 — Структурная схема беспроводного *ADSL* модема ZXV10H108L

Расположение соединительных разъемов на задней панели беспроводного *ADSL* модема ZXV10H108L показано на рис. 2.3. В общем случае подключение по *ADSL* каналу обеспечивает доступ к ресурсам *Internet*. Четыре порта для подключения компьютеров локальной сети (*LAN*) обозначены надписью *LAN1*, *LAN2*, *LAN3*, *LAN4*.

Все порты *Ethernet* (10/100BASE-TX) имеют функцию автоматического определения *MDI/MDI-X*, что позволяет использовать для подключения компьютеров, или других коммутаторов кабель с прямой или с перекрёстной разводкой.

На задней панели расположена также кнопка сброса параметров конфигурации (промаркированная надписью *Reset*) и разъем для подключения устройства к источнику питания постоянного тока с напряжением 12 В.

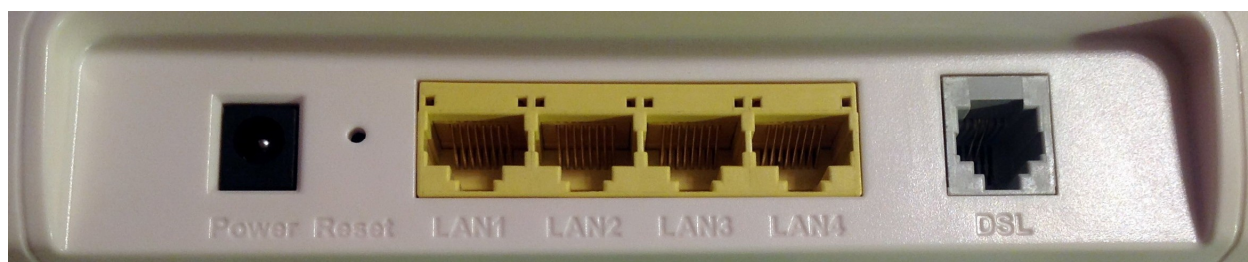


Рис. 2.3 — Расположение соединительных разъемов на задней панели беспроводного *ADSL* модема ZXV10H108L

На боковой стороне корпуса расположены три кнопки управления: *On/Off* — включения-выключения модема; *WLAN* — включения-выключения точки доступа *Wi-Fi*; *WPS* — активизация режима *Wi-Fi Protected Setup* (*WPS*). Отличительной особенностью модема *ZXV10H108L* является отсутствие внешних антенн. На рис. 2.4 показано размещение элементов устройства на печатной плате.

Максимальный уровень мощности передатчика *Wi-Fi* — 18 дБм.

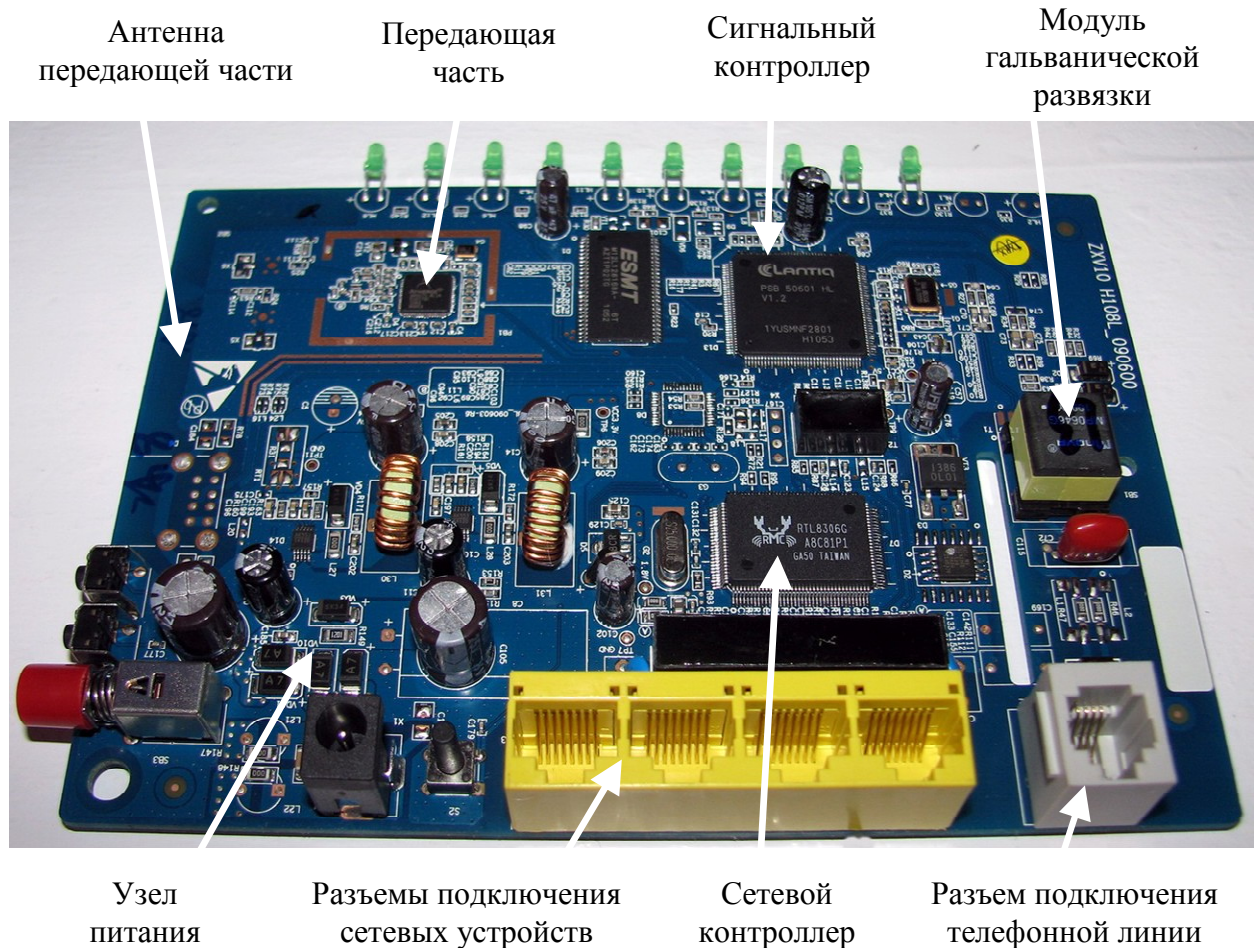


Рис. 2.4 — Расположение элементов беспроводного ADSL модема *ZXV10H108L*

2.3. Описание лабораторной установки

2.3.1. Характеристика аппаратной части

Лабораторная работа выполняется с использованием беспроводного ADSL модема *ZXV10H108L* и персонального компьютера (ноутбука), оборудованного интерфейсами *Ethernet* и *Wi-Fi*.

2.3.2. Характеристика программных средств

При выполнении работы используется программа *inSSIDer*, которая выдает информацию о *MAC*-адресах обнаруженных беспроводных устройств, значения идентификаторов сетей (*Service Set Identifier*, *SSID*), имена уст-

роЙств, используемые частотные каналы, сообщает о том, включен ли режим шифрования и т.д. Вид основного окна программы *inSSIDer* показан на рис. 2.5.

Программа предоставляет информацию о публичном названии сети, указывает тип используемого режима безопасности и скорость передачи данных для каждого беспроводного устройства *Wi-Fi*.



Рис. 2.5 — Вид основного окна программы *inSSIDer*

2.4. Порядок выполнения лабораторной работы

2.4.1. Подготовка к выполнению работы

В ходе выполнения работы необходимо выполнить настройку устройства для работы в сети провайдера. Предполагается, что данные для входа в меню настройки модема неизвестны. Поэтому на первом этапе следует выполнить сброс конфигурации модема (для этого следует нажать и держать нажатой кнопку сброса не менее 10 с.).

После сброса модем получит конфигурационные параметры, которые позволят войти в программу конфигурирования с удаленного компьютера. Подключение к модему производится в беспроводном режиме *Wi-Fi*.

Методика выполнения лабораторной работы предполагает, что студенты знакомы с основными приемами настройки сетевого оборудования. Поэтому порядок настройки выбирается студентами самостоятельно.

2.4.2. Настройка сетевых параметров

1) Проверить работу беспроводной сети модема. Имя сети приведено на технологической надписи, которая расположена на задней стенке корпуса модема и на рис. 2.6.



Рис. 2.6 — Вид технологической надписи

Для проверки на ноутбуке запустить программу *inSSIDer* и проверить наличие сети с именем *WLAN SSID*, которое указано на рис. 2.6. Если сеть отсутствует проверить, что на модеме включен беспроводный режим.

Если беспроводный режим отключен, произвести его включение, используя кнопку *WLAN*.

2) Подключиться к беспроводной сети модема. Проверить подключение к беспроводной сети используя команду `ping 192.168.1.1`. Результат работы команды сохранить в протокол.

3) Запустить программу конфигурирования модема. Для этого ввести адрес программы конфигурирования 192.168.1.1 в строке адреса браузера и произвести вход в программу (параметры входа указаны на рис. 2.6).

4) Выполнить конфигурирование WAN параметров сети. При необходимости использовать рекомендации производителя [5]. Основные параметры:
— тип подключения — *PPPoE* (логин и пароль установить произвольные);
— протокол подключения по линии связи — *ADSL_2plus_AnxB*;
— этикетка *VPI/VCI* — 1/32;

Значения для остальных параметров можно выбрать самостоятельно.

5) Выполнить конфигурирование WAN параметров сети. Основные параметры:

- стандарт *IEEE 802.11 b/g*;
- имя сети *SSID: RT_IRIB*;
- тип шифрования: *WPA2-PSK*;
- пароль подключения к беспроводной сети: *RT_sila!*

6) Сохранить параметры настройки, перезагрузить модем.

7) С помощью преподавателя произвести подключение модема к телефонной линии.

8) Выполнить соединение с модемом в беспроводном режиме используя персональный компьютер (ноутбук).

9) Проверить работу модема и возможность получения доступа к интернет используя ресурс указанный в табл. 2.1:

— выполнить команду *ping* для удаленного ресурса (результат работы команды сохранить в протокол);

— выполнить команду *tracert* для удаленного ресурса (результат работы команды сохранить в протокол);

— войти в программу конфигурирования модема и сохранить копии экрана (по нажатию клавиш *Alt — PrintScreen*) для основных настроек программы (*WAN, WLAN*).

Исходные данные для тестирования приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 — Исходные данные для тестирования доступа к ресурсу

Последняя цифра номера зачетной книжки	Сайт 1	Сайт 2 (резерв)
1	list.ru	chipnews.gaw.ru
2	sevsu.ru	rp5.ru
3	rt-sevastopol.ru	dd-wrt.com
4	rambler.ru	dlink.com
5	yandex.ru	telesputnik.ru
6	google.com	government.ru
7	test.com	pressa.ru
8	radio.ru	sevastopol.info
9	supersky.su	dns-shop.ru
0	sevstar.net	gismeteo.ru

10) Произвести запуск программы *inSSIDer*, которая сканирует диапазон частот работы устройств *Wi-Fi* и показывает работающие в данном месте беспроводные устройства стандарта *IEEE 802.11*.

Определить уровень мощности сигнала для исследуемого модема. Сканирование проводить в течение 2...3 минут. Зафиксировать полную информацию, включая номера частотных каналов для всех доступных точек доступа, и сохранить копию экрана программы в электронном протоколе лабораторной работы. Завершить работу программы *inSSIDer*.

11) Выполните исследование режима свечения индикаторов модема при загрузке. Рекомендуется обратить внимание на последовательность изменения свечения индикатора *DSL*.

2.5. Содержание отчета по лабораторной работе

1) Цель лабораторной работы, в которой следует указать какие зависимости, характеристики и параметры исследуются в лабораторной работе.

2) Упрощенная структурная схема лабораторной установки с указанием назначения отдельных элементов.

3) Технические параметры беспроводного *ADSL* модема *ZXV10H108L*. Основная информация приведена в [5].

4) План распределения частот в графическом виде. На частотном плане указать область частот, занимаемую при передаче трафика модемом в ходе выполнения лабораторной работы.

5) Протокол исследований, включая результаты экспериментальных исследований. Текстовые пояснения для полученных результатов.

6) Результаты исследования режима свечения индикаторов модема при загрузке. С учетом рекомендаций производителя устройства [5] (см. прил. А).

7) Выводы по работе, включая анализ экспериментальных данных и подробное обсуждение результатов.

2.6. Контрольные вопросы

2.6.1. Вопросы для допуска к выполнению лабораторной работы

1) Охарактеризуйте порядок подключения к беспроводному *ADSL* модему *ZXV10H108L* для выполнения первоначальной настройки.

2) В каком случае при подключении к роутеру через *Wi-Fi* канал не удастся произвести запуск встроенной программы конфигурирования роутера через *web* интерфейс?

3) Охарактеризуйте назначение сетевых параметров модема для беспроводных подключений.

4) Какие сетевые параметры модема устанавливаются в устройстве после сброса конфигурации кнопкой *Reset*?

5) Охарактеризуйте информацию, вырабатываемую программой *inSSIDer* в режиме тестирования.

6) Какое число частотных каналов предусмотрено для работы беспроводных устройств передачи данных по стандарту *IEEE 802.11b/g*? Укажите границы частотного диапазона и величину частотного разнеса между каналами.

7) Охарактеризуйте назначение сетевых параметров модема в группе *WLAN*.

8) Охарактеризуйте назначение сетевых параметров модема в группе *WAN*.

9) Охарактеризуйте основные преимущества протокола *ADSL2+ AnnexM*.

10) Запишите план действий позволяющий выполнить настройку беспроводного модема, в случае если параметры входа в программу конфигурации устройства отсутствуют.

2.6.2. Вопросы для защиты лабораторной работы

1) Охарактеризуйте назначение функции автоматического определения *MDI/MDI-X*. Изобразите схему подключения разъёмного соединения *RJ45* для прямого и перекрестного соединения.

2) Изобразите план распределения частот при использовании протокола *ADSL2+ AnnexM*.

3) Проанализируйте экспериментальные результаты с точки зрения эффективности и правильности частотного планирования. Предложите более правильный вариант распределения частот в лаборатории.

4) Запишите алгоритм настройки беспроводного устройства в случае, если неизвестен пароль для входа в программу конфигурирования параметров.

5) Запишите перечень организационных мероприятий по повышению надежности защиты беспроводной сети.

6) Определите возможные причины уменьшения пропускной способности при подключении устройств с помощью *Wi-Fi* оборудования. Запишите причины в порядке увеличения их влияния на пропускную способность.

7) Охарактеризуйте структурную схему модема и определите порядок взаимодействия ее элементов в различных режимах работы.

8) Охарактеризуйте варианты реализации модуляции в стандарте *ADSL2* на физическом уровне.

9) Охарактеризуйте режим *Protected Setup (WPS)* и опишите порядок его активации.

10) Подробно охарактеризуйте назначение параметров меню «*Network*» — «*WAN*» — «*WAN Connection*».

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

«ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МОБИЛЬНОЙ СЕТИ 3G. Стандарты *EV-DO* и *UMTS / HSDPA*»

3.1. Цель лабораторной работы

Целью лабораторной работы является изучение принципов передачи данных в сетях мобильной связи третьего поколения (3G) и практическое определение возможностей мобильной сети по передаче информации.

3.2. Теоретическая часть

3.2.1. Технологии, применяемые в радиосистемах передачи данных для разделения каналов

В современных системах передачи данных находят применение следующие методы разделения каналов.

Множественный доступ с частотным разделением каналов — *Frequency Division Multiple Access (FDMA)* — применяется в аналоговых системах радиосвязи. Данный способ предполагает использование радиочастот, при котором один частотный участок безраздельно отдан для использования одному абоненту либо группе абонентов. Соответственно, для установления связи разными абонентами в пределах зоны обслуживания им предоставляются разные частоты, поэтому пока вызов не обслужен, канал, работающий на частоте, предоставленной абоненту, не может быть использован для других сеансов связи. Для полнодуплексного (*Full-Duplex*) обмена при *FDMA* необходимо два канала — один для передачи, другой для приема.

Метод *FDMA* использовался в первом поколении (1G) мобильной связи. Этот принцип реализован в стандартах *AMPS*, *NMT* и ряде других.

Множественный доступ с временным разделением каналов — *Time Division Multiple Access (TDMA)* — способ радиообмена, при котором на одной несущей частоте последовательно передаются сообщения нескольких абонентов. То есть при *TDMA* каждому абоненту предоставляется монопольный доступ к данному частотному каналу, однако происходит он поочередно и в разные, строго определенные для них интервалы времени.

TDMA — доминирующая технология для мобильной сотовой сети, используется в стандартах *D-AMPS (ANSI-136)*, *PDC* и *GSM*.

Множественный доступ с кодовым разделением каналов — *Code Division Multiple Access (CDMA)*. Это более прогрессивный способ использования радиочастотного ресурса, при котором сообщения абонентов разделяются благодаря специальному спектральному кодированию. Метод многостанционного доступа, положенный в основу технологии, базируется на применении сигналов с расширенным спектром и одновременной передачей большого числа сигналов в общей полосе частот.

В упрощенном виде принципы функционирования данной технологии можно пояснить на следующем примере: предположим, имеется определенная последовательность двоичных разрядов низкоскоростного потока (не

имеет значения, является она потоком данных или оцифрованным голосовым сигналом), подлежащих передаче. На стороне передачи данный набор перемножается с псевдослучайной последовательностью. Таким образом, этот сигнал занимает полосу частот, значительно превышающую по ширине полосу, занимаемую исходным узкополосным сигналом. Чем шире полоса частот и чем ниже скорость информационного потока, тем больше база сигнала (произведение длительности сигнала на полосу частот, которую он занимает) и, соответственно, выше помехоустойчивость [6].

Технология *CDMA* обеспечивает хорошее качество связи, высокую конфиденциальность, низкий уровень шумов одновременно с меньшей мощностью излучения передатчиков. Емкость сети *CDMA* в десятки раз больше, чем у любых аналоговых или цифровых сетей благодаря возможности многократного использования одной и той же полосы частот.

CDMA является практическим применением методов расширения спектра, которые можно разделить на две основные категории: расширение спектра методом прямой последовательности — *direct sequence (DS)* и расширение спектра методом скачкообразной перестройки частоты — *frequency hopping (FH)* [2, 7].

При использовании прямой последовательности в передатчике узкополосный информационный сигнал (спектрограмма А на рис. 3.1) умножается на опорную псевдослучайную N -символьную последовательность, а полученный сигнал модулируется методом двоичной или квадратурной фазовой манипуляции (*BPSK* или *QPSK*). База результирующего сигнала равна числу символов псевдослучайной последовательности ($B = N$) [8].

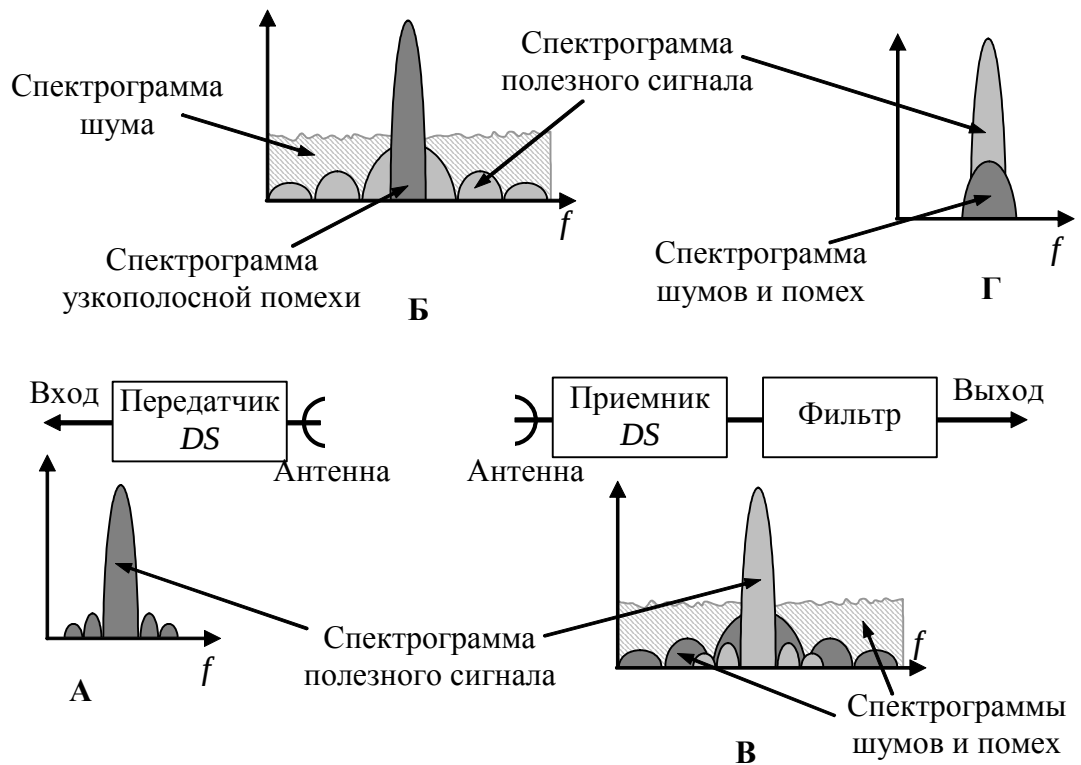
При этом использование шумоподобных сигналов с высокой тактовой частотой приводит к тому, что спектр исходного узкополосного сигнала «размазывается» в широкой полосе частот (спектрограмма Б на рис. 3.1) и становится меньше уровня шума.

В приемнике исходный сигнал восстанавливается с помощью псевдослучайной последовательности с известной структурой (обратная операция). При этом другие сигналы, поступающие на данный приемник, воспринимаются как шум (например, спектрограмма В на рис. 3.1).

Аналогичным образом происходит подавление мощных узкополосных помех от других работающих передатчиков. В приемнике такая помеха тоже «размазывается» в широкой полосе частот и после фильтрации лишь незначительно ухудшает качество связи (спектрограмма Г на рис. 3.1).

Простейший пример реализации *CDMA* с перестройкой частоты при кратковременном распределении частотных диапазонов для различных источников сигнала, изображен на рис. 3.2.

В каждом из коротких временных интервалов происходит перераспределение частотных диапазонов. Как показано на рис. 3.2, в течение интервала 1 сигнал 1 использует диапазон 3, сигналы 2 и 3 — диапазоны 1 и 5. Во время интервала 2 сигнал 1 «перескакивает» в диапазон 1, сигнал 2 — в диапазон 4, сигнал 3 — в диапазон 2 и т.д. [2].



А — спектрограмма информационного сигнала и шума; Б — спектрограмма сигнала и шума на входе приемника; В — спектрограмма сигнала и шума на выходе приемника; Г — спектрограмма сигнала и шума на выходе фильтра

Рис. 3.1 — Преобразование спектров сигнала для метода прямой последовательности

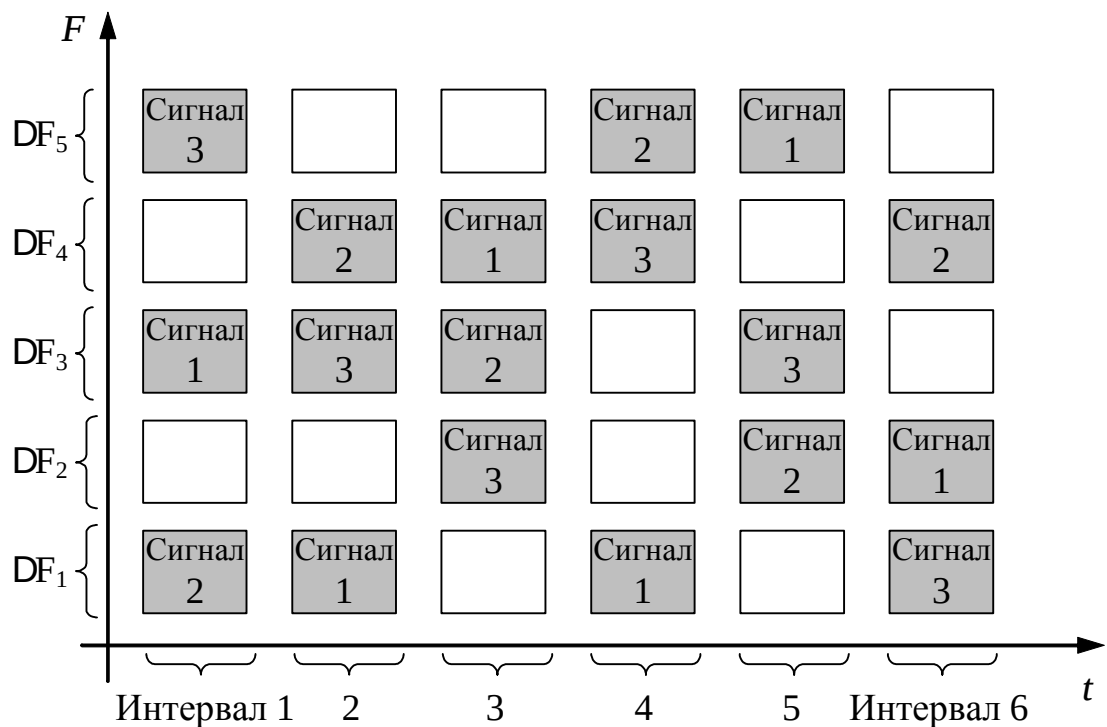


Рис. 3.2 — Схема уплотнения сигналов с кодовым разделением при методе скачкообразной перестройки частоты

Таким образом, ресурс связи используется полностью, причем диапазоны пользователей перераспределяются в каждый последующий момент времени. Каждому пользователю присваивается псевдошумовой код, который указывает последовательность перестройки частоты. Псевдошумовые коды ортогональны друг другу. Для восстановления сигналов необходимо знать порядок изменения частот при передаче.

3.2.2. Особенности мобильной связи стандарта 3G

Общая характеристика поколений мобильной связи представлена в табл. 3.1. В данном подразделе рассмотрены особенности реализации систем сотовой связи третьего поколения.

Таблица 3.1 — Характеристики поколений мобильной связи

Поколение	1G	2G	2.5G	3G	3.5G	4G
Начало разработки	1970 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.	2000 г.	2000 г.
Реализация	1984 г.	1991 г.	1999 г.	2002 г.	2006... 2007 г.г.	2008... 2012 г.г.
Сервисы	Аналоговый стандарт, синхронная передача данных	Цифровой стандарт, поддержка коротких сообщений (sms)	Большая емкость, пакетная передача данных	Еще большая емкость	Увеличение скорости сетей третьего поколения	Большая емкость, поддержка мультимедиа
Скорость передачи информации в канале	1,9 кбит/с	14,4 кбит/с	384 кбит/с	2 Мбит/с	3...14 Мбит/с	»1 Гбит/с
Стандарты	AMPS, TACS, NMT	TDMA, CDMA, CDMA One, GSM, DAMPS	GPRS, EDGE, 1xRTT	WCDMA, CDMA 2000, UMTS	HSDPA	LTE
Сеть	PSTN	PSTN	PSTN, сеть пакетной передачи данных	Сеть пакетной передачи данных	Сеть пакетной передачи данных	Сеть пакетной передачи данных, Интернет

CDMA2000

Стандарт *CDMA2000* является дальнейшим развитием стандарта второго поколения *CDMAOne*. Дальнейшим развитием *CDMAOne* должен был стать *IS-95c*, и именно это обозначение иногда используется производителями оборудования. Официальным обновлением стандарта, разработанным компанией *Qualcomm* и утвержденным Международным союзом электросвязи — *International Telecommunication Union (ITU)*, является *CDMA2000*.

Однако стоит отметить, что реализованный вид связи *CDMA2000 1X* все же не является полноценным 3G, ибо не дотягивает до обязательной скорости передачи информации 2 Мбит/с. Поэтому его чаще называют 2.5G.

При построении системы мобильной связи на основе технологии *CDMA2000 1X* реализуется передача данных со скоростью до 153 кбит/с, что позволяет предоставлять услуги голосовой связи, передачу коротких сообщений, работу с электронной почтой, *Internet*, базами данных и передачу неподвижных изображений.

CDMA2000 1X EV-DO Release 0

EV-DO — сокращение от *Evolution Data Only* (позднее был заменен *ITU* на *Evolution Data Optimized*). В отличие от *EV-DV (Evolution Data Voice)* изменению подвергся только интерфейс передачи данных, а передача голоса осталась полностью идентичной стандарту *CDMA2000 1X* и *CDMA One (IS-95a/b)* [7].

Переход к следующему релизу стандарта *CDMA2000 1X EV-DO* происходит при использовании полосы частот 1,23 МГц и увеличении максимальной скорости передачи до 2,4 Мбит/с в прямом канале и до 153 кбит/с в обратном, что делает эту систему связи отвечающей требованиям стандарта 3G и обеспечивает возможность предоставлять более широкий перечень услуг, вплоть до передачи видео в режиме реального времени [8].

Как в прямом, так и обратном каналах данные размещаются в тайм-слотах длительностью по 1,67 мс, которые группируются в кадры по 26,67 мс. Каждый кадр содержит два субкадра по восемь тайм-слотов [9, 10].

С целью поддержания высоких скоростей передачи стандартом предусмотрен специализированный канал динамического управления скоростью передачи данных *Data Rate Control (DRC)*. Алгоритм управления скоростью передачи предполагает определение мобильным терминалом индекса *DRC* на основе оценивания отношения сигнал-шум *SNR* на входе приемника. Индекс *DRC* изменяется в пределах от 1 до 12 и характеризует способность мобильной станции принимать данные с той или иной скоростью, исходя из условия обеспечения вероятности ошибки на кадр (1...2) %. Передается индекс *DRC* в обратном канале. В зависимости от отношения сигнал-шум индекс *DRC* может изменяться на протяжении сеанса связи. По данным [7] адаптивное управление скоростью передачи оказалось более эффективным для повышения пропускной способности, чем используемые в других стандартах методы управления мощностью передатчика.

Характеристика режимов *DRC* для прямого канала «*Rel. 0*» приведена в табл. 3.2.

В реальных коммерческих сетях при использовании протокола «*Rel. 0*» обеспечивается средняя скорость передачи информации (300...700) кбит/с в прямом направлении и (70...90) кбит/с в обратном [1].

Таблица 3.2 — Характеристика режимов *DRC* для прямого канала *CDMA2000 1X EV-DO Release 0*

Индекс <i>DRC</i> , скорость передачи данных, кбит/с	Число сло- тов	Длитель- ность тайм- слота, мс	Размер пакета, бит	Метод модуля- ции	Порого- вое значение <i>SNR</i> , дБ
<i>DRC 1</i> — 38,4	16	26,67	1024	<i>QPSK</i>	–12
<i>DRC 2</i> — 76,8	8	13,33	1024	<i>QPSK</i>	–9,6
<i>DRC 3</i> — 153,6	4	6,67	1024	<i>QPSK</i>	–6,8
<i>DRC 4</i> — 307,2	2	3,33	1024	<i>QPSK</i>	–3,9
<i>DRC 5</i> — 307,2	4	6,67	20148	<i>QPSK</i>	–3,8
<i>DRC 6</i> — 614,4	1	1,67	1024	<i>QPSK</i>	–0,8
<i>DRC 7</i> — 614,4	2	3,33	2048	<i>QPSK</i>	–0,6
<i>DRC 8</i> — 921,6	2	3,33	3072	<i>QPSK</i>	1,8
<i>DRC 9</i> — 1228,8	1	1,67	2048	<i>8PSK</i>	3,7
<i>DRC 10</i> — 1228,8	2	3,33	4096	<i>8PSK</i>	3,8
<i>DRC 11</i> — 1843,2	1	1,67	3072	<i>16QAM</i>	7,5
<i>DRC 12</i> — 2457,6	1	1,67	4096	<i>16QAM</i>	9,7

CDMA2000 1X EV-DO Revision A

Следующим этапом развития стандарта *CDMA2000 1X EV-DO* является *1X EV-DO Rev. A*. Стандарт предусматривает увеличение скорости передачи данных в прямом и обратном каналах путем ввода дополнительных режимов, параметры которых приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3 — Характеристика дополнительных режимов *DRC* для прямого канала *CDMA2000 1X EV-DO Revision A*

Индекс <i>DRC</i> , скорость передачи данных, кбит/с	Число слотов	Размер пакета, бит	Метод модуляции
<i>DRC 13</i> — 1536	2	5120	<i>16QAM</i>
<i>DRC 14</i> — 3072	1	5120	<i>16QAM</i>

Стандарт обеспечивает передачу данных с максимальной скоростью 3,1 Мбит/с по направлению к абоненту и 1,8 Мбит/с по направлению от абонента.

При использовании протокола «Rev. A» обеспечивается средняя скорость передачи информации (1,8...2) Мбит/с в прямом направлении и (700...800) кбит/с в обратном [11].

CDMA2000 1X EV-DO Revision B

Следующий этап стандарта 1X EV-DO Rev. B позволяет достигнуть максимальной скорости передачи данных на одном частотном канале: 4,9 Мбит/с к абоненту и 2,4 Мбит/с по направлению от абонента. Увеличение максимальной скорости передачи при неизменной полосе одного частотного канала обеспечивается применением многопозиционной манипуляции 64QAM.

Кроме того, в стандарте Rev. B, в отличие от Rev. A предусмотрена возможность объединения нескольких частотных каналов для увеличения скорости. Например, объединение 15-ти частотных каналов (максимально возможное число каналов, и максимальная полоса частот 20 МГц) позволяет обеспечить скорость передачи информации 73,5 Мбит/с по направлению к абоненту и 27 Мбит/с по направлению от абонента.

Оператор связи имеет возможность внедрить 1X EV-DO Rev. B при использовании трех частотных каналов, что увеличило скорость передачи информации до 9,3 Мбит/с по направлению к абоненту и 5,4 Мбит/с по направлению от абонента.

Результат применения таких сетей — улучшение работы чувствительных к временным задержкам приложений типа VoIP, видеотелефонии, возможность параллельного использования голоса и мультимедиа.

В прямом канале EV-DO используется технология временного разделения TDMA (как и в GSM). Технология временного разделения наиболее оптимально подходит для пакетной передачи данных. При этом в прямом канале для стандарта EV-DO используются 16 таймслотов длительностью по 1,67 мс каждый, в которых и передаётся абонентская информация.

В зависимости от типа передаваемой информации используется адаптивная модуляция. От типа модуляции, применяемой в прямом канале, зависит скорость передачи данных. Система оценивает размер кодируемого пакета, состояние радиоканала и назначает в соответствии с этим вид модуляции QPSK, 8PSK, 16QAM или 64QAM.

Для передачи пакетов большого объёма скорость передачи данных для одного абонента достигает 2,4 Мбит/с. При этом данные одного абонента занимают всего лишь один таймслот. Остальные таймслоты доступны для других абонентов (и с другими скоростями, находящимися на разных дистанциях от базовой станции). То есть система управляет скоростью передачи и никогда не выделит больше ресурсов абоненту, находящемуся в худших условиях.

Таким образом, основными преимуществами систем *CDMA2000* являются: широкая зона обслуживания и высокое качество передачи речи (практически близкое проводным системам).

Также немаловажную роль играет низкая излучаемая мощность радиопередатчиков абонентских устройств. Так, для систем *CDMA2000* максимальная излучаемая мощность составляет 250 мВт, в то время как для систем *GSM-900* этот показатель составляет около 2 Вт (в импульсе), а для *GSM-1800* — 1 Вт (в импульсе).

UMTS / HSDPA

Стандарт *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)* обеспечивает высокоскоростную передачу данных, мобильный Internet, различные приложения на основе использования пакетной передачи и мультимедиа. В качестве способа передачи данных через воздушное пространство используется технология *Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)*.

WCDMA — широкополосный многостанционный доступ с кодовым разделением каналов.

Каналы трафика при таком способе разделения среды создаются присвоением каждому пользователю отдельного числового кода, который используется при формировании трафика абонента. Нет временного разделения, все абоненты постоянно используют всю полосу частот канала связи. Полоса частот канала очень широка, вещание абонентов «накладываются» друг на друга, но поскольку коды абонентов отличаются, они могут быть распознаны достаточно надежно.

Технология оптимизирована для предоставления высокоскоростных мультимедийных услуг типа *IP*-телефонии, доступа в *Internet* и видеоконференций и обеспечивает скорости доступа вплоть до 2 Мбит/с на коротких расстояниях и 384 Кбит/с на больших. Такие скорости передачи данных требуют полосу частот 5 МГц.

High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) — высокоскоростная пакетная передача данных от базовой станции к мобильному телефону — стандарт мобильной связи.

В стандарте предусмотрено 28 категорий мобильных терминалов, использующих технологию *HSDPA* в сетях мобильной связи *UMTS / HSDPA* с различными значениями максимальной скорости передачи данных в пакетном режиме от базовой станции к мобильному терминалу.

Каждая категория характеризуется определенным вариантом кодирования и вида модуляции в радиоканале. Характеристики категорий приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4 — Категории мобильных терминалов, использующих технологию *HSDPA*

Категория	Коэффициент избыточности кода при максимальной скорости передачи	Максимальная скорость, Мб/с	Тип модуляции
1	0,76	1,2	<i>QPSK</i> / 16QAM
2	0,76	1,2	<i>QPSK</i> / 16QAM
3	0,76	1,8	<i>QPSK</i> / 16QAM
4	0,76	1,8	<i>QPSK</i> / 16QAM
5	0,76	3,6	<i>QPSK</i> / 16QAM
6	0,76	3,6	<i>QPSK</i> / 16QAM
7	0,75	7,2	<i>QPSK</i> / 16QAM
8	0,76	7,2	<i>QPSK</i> / 16QAM
9	0,70	10,2	<i>QPSK</i> / 16QAM
10	0,97	14	<i>QPSK</i> / 16QAM
11	0,76	0,9	<i>QPSK</i>
12	0,76	1,8	<i>QPSK</i>
13	0,82	17,6	<i>QPSK</i> , 16QAM, 64QAM
14	0,98	21,1	<i>QPSK</i> , 16QAM, 64QAM
—	—	—	—
28	0,98	84,4	<i>QPSK</i> , 16QAM, 64QAM

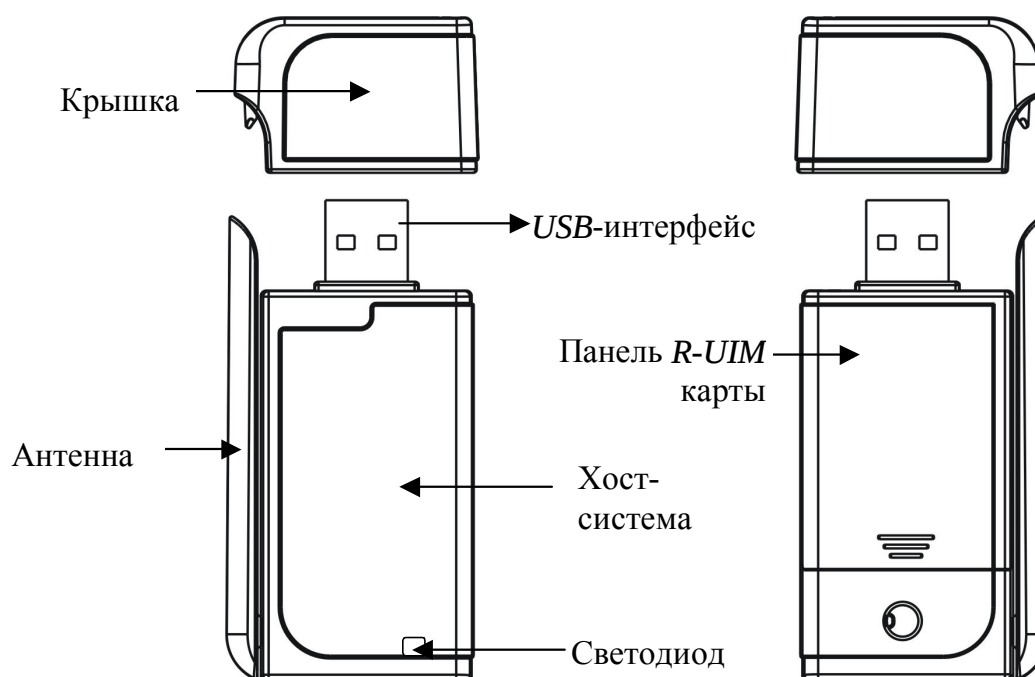
3.3. Описание лабораторной установки

В состав лабораторной установки входят устройства стандартов *EV-DO* и *UMTS / HSDPA*, позволяющий передавать данные со скоростью до 2,4 и 3,6 Мбит/с соответственно. При выполнении работы исследуются реальные возможности систем мобильной связи третьего поколения (3G).

Экспериментальная часть лабораторной работы выполняется на оборудовании стандарта 3G с подключением к сети оператора. Во время выполнения работы, не допускается выполнять какие либо операции, не оговоренные в данном методическом пособии. При возникновении вопросов связанных с выполнением лабораторной работы следует задать их преподавателю по лабораторному практикуму.

Исследование производится с использованием персонального компьютера (ПК). В работе исследуются характеристики трех вариантов подключения к мобильной сети с помощью трех типов модемов.

Вариант 1 предусматривает использование модема типа *ZTE AC8710* с *USB* интерфейсом. Модем предназначен для работы по стандартам *CDMA2000 1X* и *EV-DO Rev. A*. Модем представляет собой компактное устройство для мобильного доступа к сети *Internet*. Внешний вид модема изображен на рис. 3.3, а его технические характеристики приведены в табл. 3.5. Управление модемом производится с помощью программы *ZTE EV-DO*.

Рис. 3.3 — Внешний вид модема типа *ZTE AC8710*Таблица 3.5 — Технические характеристики модема *ZTE AC8710*

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот передача / прием, МГц	824...849 / 869...894
Точность установки частоты, Гц	±300
Максимальная скорость приема данных, Мб/с	
— <i>EV-DO Rev. A</i>	3,1
— <i>EV-DO Rel. 0</i>	2,4
— <i>CDMA 1X</i>	0,153
Максимальная скорость передачи данных, Мб/с	0,153
Мощность передатчика, мВт	224
Напряжение питания, В	5
Максимальный ток потребления, мА	
— рабочий режим	480
— спящий режим	5
Интерфейс подключения	<i>USB</i>
Габариты, мм	80 × 36 × 12,8

Вариант 2 предусматривает использование модема типа *Huawei EC360 PCMCIA Rev. A* выполнен в виде *PCMCIA* карты. Модем предназначен для работы по стандартам *CDMA 1X*, *EVDO Rel. 0*, *EVDO Rev. A*. Модем базируется на процессоре *Qualcomm MSM6800*, имеет два радиоприемных и один радиопередающий тракты, что обеспечивает корректную работу в режиме *Hybrid Mode*. Модем обеспечивает возможность голосовых вызовов с помощью гарнитуры. Технические характеристики модема приведены в табл. 3.6, а его внешний вид изображен на рис. 3.4, а.

Управление модемом производится программой *Mobile Partner*, которая предназначена для работы с модемами *Huawei*.

Таблица 3.6 — Технические характеристики модема *Huawei EC360*

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот передача / прием, МГц	824...849 / 869...894
Максимальная скорость приема данных, Мб/с — <i>EV-DO Rev. A</i> — <i>EV-DO Rel. 0</i> — <i>CDMA 1X</i>	3,1 2,4 0,153
Максимальная скорость передачи данных, Мб/с — <i>EV-DO Rev. A</i> — <i>EV-DO Rel. 0</i> — <i>CDMA 1X</i>	1,8 0,153 0,153
Интерфейс подключения	<i>PCMCIA</i> (<i>PC Card Type II</i>)

а)



б)



Рис. 3.4 — Внешний вид модемов:

а) *Huawei EC360* и б) *Sierra Wireless AirCard 875*

Вариант 3 предусматривает использование модема типа *Sierra Wireless AirCard 875* который выполнен в виде *PCMCIA* карты. Модем работает в 2G и 3G сетях, в режимах *GPRS*, *EDGE*, *UMTS* и *HSDPA*, в диапазонах частот 850, 900, 1800, 1900, 2100 МГц. Поддерживает голосовые функции и отправку *SMS*. Имеет вход подключения внешней антенны и телефонной гарнитуры для голосовых вызовов.

Модем *AirCard 875* поддерживает три диапазона *HSDPA* (850, 900 и 2100 МГц), что позволяет использовать *AirCard 875* в беспроводных 3G *UMTS* сетях, не только в России, но и в других регионах мира.

Несмотря на то, что модем *AirCard 875* специально спроектирован для 3G сетей с поддержкой *HSDPA*, он обладает обратной совместимостью с се-

тями *UMTS*, а также *EDGE* и *GPRS* (*GSM* на частотах 850, 900, 1800 и 1900 МГц). Управление модемом производится программой «3G Watcher».

Технические характеристики модема приведены в табл. 3.7, а его внешний вид изображен на рис. 3.4, б.

Таблица 3.7 — Технические характеристики модема *Sierra Wireless AirCard 875*

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот передача, МГц — <i>GSM850</i> — <i>EGSM900</i> — <i>DCS1800</i> — <i>PCS</i> — <i>WCDMA850</i> — <i>WCDMA1900</i> — <i>WCDMA2100</i>	824...849 880...915 1710...1785 1850...1910 824...849 1850...1910 1920...1980
Диапазон частот приема, МГц — <i>GSM850</i> — <i>EGSM900</i> — <i>DCS1800</i> — <i>PCS</i> — <i>WCDMA850</i> — <i>WCDMA1900</i> — <i>WCDMA2100</i>	869...894 925...960 1805...1880 1930...1990 869...894 1930...1990 2110...2170
Частотное смещение между каналами, МГц — <i>GSM</i> — <i>WCDMA</i>	0,2 5
Относительная нестабильность частоты	10^{-7}
Максимальная скорость приема данных, Мб/с — <i>HSDPA</i> — <i>UMTS</i> — <i>EDGE</i> — <i>GPRS</i>	7,2 (3,6) 0,384 0,236 0,056
Интерфейс подключения	<i>PCMCIA</i> (<i>PC Card Type II</i>)

3.4. Порядок выполнения лабораторной работы

3.4.1. Исследование свойств канала связи при использовании стандартов *CDMA2000 1X* и *EV-DO Rev. A*

3.4.1.1. Порядок подключения к каналу связи

1) Включить персональный компьютер и дождаться загрузки операционной системы.

2) Подключить 3G *USB* модем типа *ZTE AC8710* к свободному *USB* порту ПК. Антенна модема должна находиться в вертикальном положении.

3) Запустить программу «*ZTE EV-DO*» для работы с модемом, для чего использовать соответствующий ярлык на рабочем столе компьютера. Произвести подключение к сети *Internet*, используя кнопку, расположенную в верхнем левом углу программы, как показано на рис. 3.5. При удачном соединении на экран программы «*ZTE EV-DO*» будет выведено сообщение «Интернет подключен» и информация о временных и информационных характеристиках сеанса связи.

4) Проверить работоспособность соединения. Для этого выполнить навигацию по сайту rt-sevastopol.ru. Для вызова программы браузера следует использовать соответствующую кнопку запуска браузера *Internet Explorer* (*IE*), как показано на рис. 3.5.

5) Зафиксировать в отчете лабораторной работе тип протокола, на котором работает модем *ZTE AC8710*, частотный диапазон, используемый для передачи данных и максимальную пропускную способность устройства.

6) Завершить сеанс связи, отключив модем от сети провайдера.



Рис. 3.5 — Основное окно программы «*ZTE EV-DO*»

3.4.1.2. Порядок тестирования системы стандартов *CDMA2000 1X* и *EV-DO Rel. A*

1) Проверить тип установленного протокола связи. Для этого вызвать меню «Настройка» и установить протокол «*EV-DO*» в поле Выбор режима. Подтвердить выбор протокола, нажав кнопку «Применить» и закрыть меню «Настройка».

2) Произвести тестирование канала связи на протоколе «*EV-DO*». Для этого подключиться к сети *Internet*. Выполнить тестирование, используя тесты по адресам:

— сервер №1 — <http://speedtest.south.rt.ru>,

— сервер №2 — <http://www.speedtest.net>.

Во втором случае в качестве узла тестирования выбрать ближайший возможный узел (например, город Симферополь).

После окончания процесса тестирования зафиксировать полученное значение средней скорости в протоколе лабораторной работы.

3) Определить максимальную скорость передачи за сеанс тестирования, используя окно программы работы с модемом «*ZTE EV-DO*». Для этого переключить программу в режим отображения максимальной скорости передачи, сделав двойной щелчок на надписи «Изменить режим просмотра». Вид окна программы «*ZTE EV-DO*» в режиме определения максимальной скорости показан на рис. 3.6.

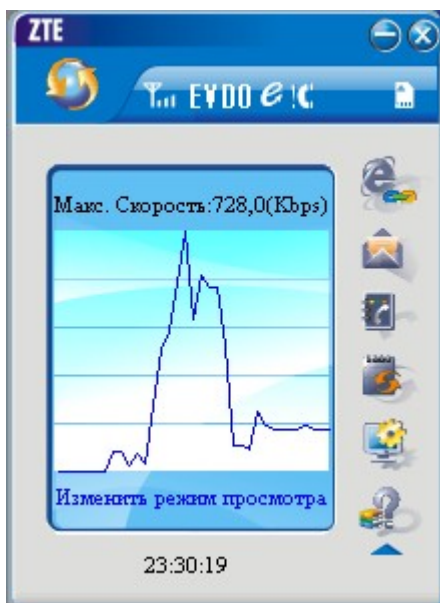


Рис. 3.6 — Окно программы «*ZTE EV-DO*» при измерении максимальной скорости получения данных

4) Произвести определение среднего времени отклика для сайта оператора с использованием команды *ping*. Для этого нажать «Пуск» — «Выполнить», и в поле ввода команды набрать *CMD*, завершив ввод нажатием кнопки «ОК». Для выполнения тестирования набрать команду

ping kuban.mts.ru

Примечание. Для сохранения результатов тестирования в текстовом виде следует расположить курсор манипулятора «мышь» в произвольном месте окна командной консоли, нажать правой кнопкой и выбрать пункт меню «Пометить». После этого выделить необходимую для копирования область окна с помощью левой кнопки манипулятора «мышь» и нажать клавишу *Enter*. После выполнения указанных действий информация с выделенной части окна сохранится в буфере обмена операционной системы.

5) Определить путевые узлы в случае подключения к *Internet* через сеть мобильного оператора, набрав команду

tracert kuban.mts.ru

6) Измерить скорость приема данных при изменении положения антенны модема: горизонтальное, под углом 45° к горизонту, вертикальное размещение. Результаты исследований представить в виде таблицы по форме табл. 3.8.

7) Произвести отключение от сети провайдера.

8) Изменить тип установленного протокола связи. Для этого вызвать меню «Настройка» и установить протокол «1X» в поле «Выбор режима». Подтвердить выбор протокола, нажав для этого кнопку «Применить» и закрыть меню «Настройка».

Внимание! Возможно отсутствие доступа к сети провайдера в режиме «1X». Зафиксировать отсутствие связи в этом случае в отчет по выполнению лабораторной работы.

9) Произвести тестирование канала связи на установленном протоколе «1X». Измерение скорости приема данных производить по методике изложенной в п.п. 2 — п.п. 3. Результаты представить в таблице по форме табл. 3.8.

Таблица 3.8 — Результаты измерения скорости приема данных

Измеряемый параметр	Ориентация антенны (угол наклона приемной антенны относительно горизонтальной плоскости, град)		
	Горизонтальная (0°)	Наклонная (45°)	Вертикальная (90°)
Средняя скорость приема информации, кбит/с			
Максимальная скорость приема информации, кбит/с			
Среднее время отклика, мс			

10) Произвести отключение от сети провайдера и выполнить корректное извлечение модема, для чего произвести его остановку с использованием функции операционной системы «Безопасное извлечение устройства».

Внимание! Уточните у преподавателя необходимость выполнения последующей части лабораторного задания.

3.4.2. Исследование свойств канала связи при использовании стандарта *EV-DO Rev. A*

3.4.2.1. Порядок подключения к каналу связи

1) Установить модем *Huawei EC360* в *PCMCIA* слот ПК, который находится на левой боковой стенке корпуса ПК с левой его части. Установить антенну модема в вертикальное положение.

2) Запустить программу *Mobile Partner* для работы с модемом, для чего использовать соответствующий ярлык на рабочем столе компьютера. Произвести подключение к сети *Internet*, используя кнопку «Подключить» для профиля соединения *people* (как показано на рис. 3.7). При удачном соединении будет выведено сообщение операционной системы «*people* сейчас подключен» с указанием скорости подключения.

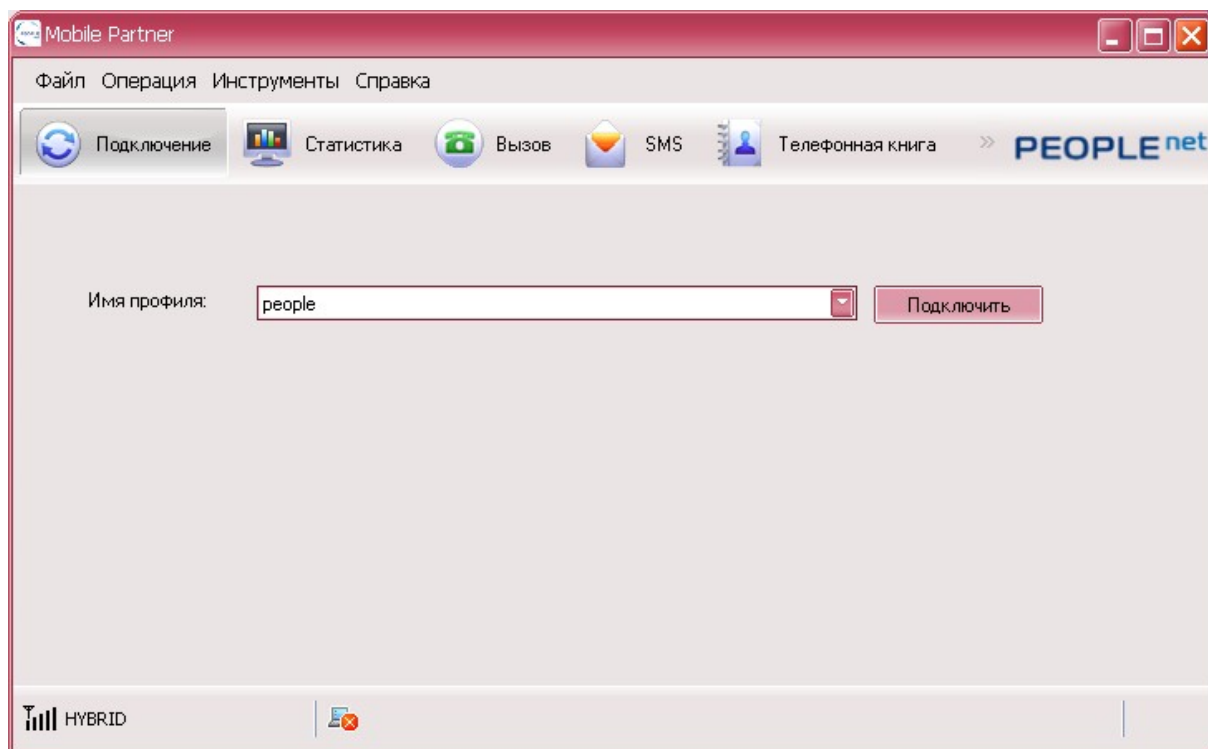


Рис. 3.7 — Основное окно программы *Mobile Partner*

3) Проверить работоспособность соединения. Для этого выполнить навигацию по сайту провайдера. Для выхода на сайт провайдера использовать адрес <http://kuban.mts.ru>.

4) Найти в *Internet* информацию о модеме *Huawei EC360* или его ближайшем аналоге. Зафиксировать в протоколе лабораторной работе следую-

щие характеристики тип протокола, на котором работает данный модем, частотный диапазон, используемый для передачи данных и максимальную пропускную способность устройства.

5) Завершить сеанс связи, отключив модем от сети провайдера.

3.4.2.2. Порядок тестирования системы стандарта *EV-DO Rev. A*

1) Проверить тип установленного протокола связи. Для этого вызвать меню «Инструменты — Опции — Сеть» и проверить установку типа сети. Должно быть установлено — «Гибридный». Подтвердить выбор типа сети, нажав для этого кнопку «Применить».

2) Произвести тестирование канала связи на протоколе «*EV-DO Rev. A*». Для этого подключиться к сети *Internet*. Выполнить тестирование, используя тесты по адресам:

— сервер №1 — <http://speedtest.south.rt.ru>,

— сервер №2 — <http://www.speedtest.net>.

Во втором случае в качестве узла тестирования выбрать ближайший возможный узел (например, город Симферополь).

После окончания процесса тестирования зафиксировать полученное значение средней скорости в протоколе лабораторной работы.

3) Определить максимальную скорость за сеанс тестирования, используя программу работы с модемом *Mobile Partner*. Для этого переключить программу в режим отображения скорости передачи, щелкнув на пункт основного меню «Статистика». Вид окна программы *Mobile Partner* в режиме «Статистика» показан на рис. 3.8.

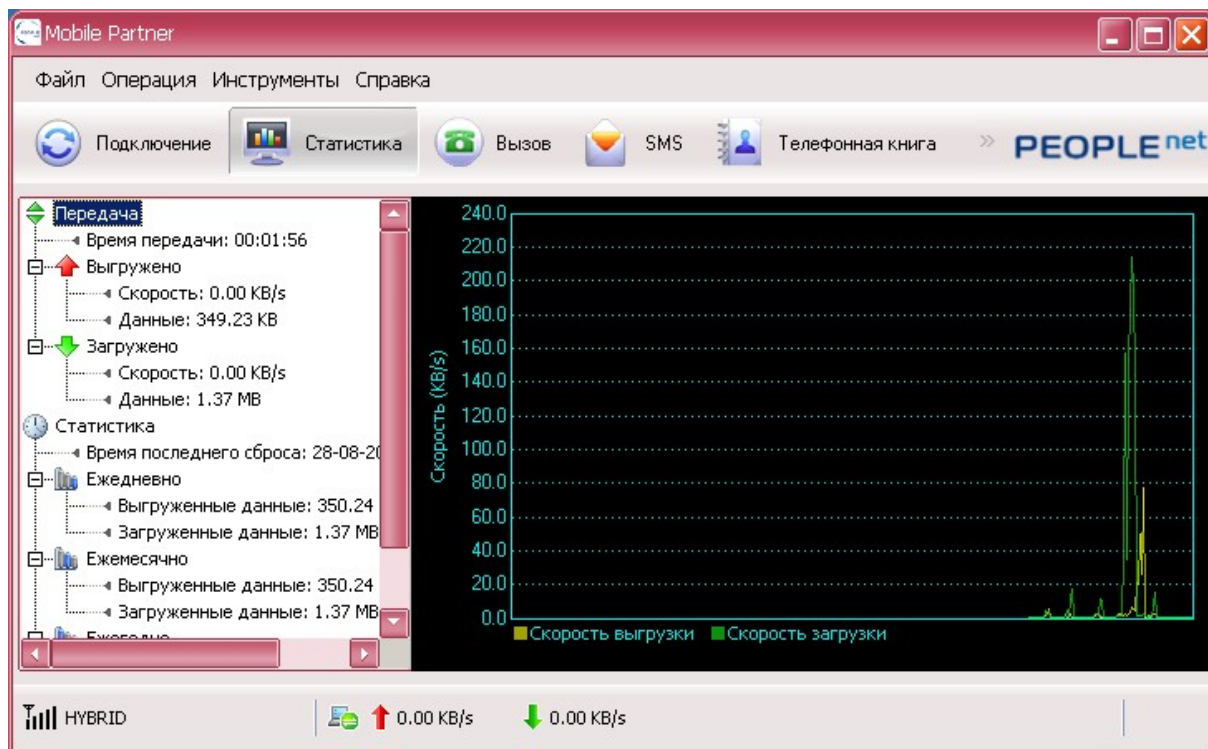


Рис. 3.8 — Окно программы *Mobile Partner* в режиме измерения скорости передачи данных

4) Определить среднее время отклика для сайта оператора. Для этого нажать «Пуск» — «Выполнить», и в поле ввода команды набрать *CMD*, завершив ввод нажатием кнопки «ОК». Для выполнения тестирования набрать команду

ping kuban.mts.ru

5) Определить путевые узлы в случае подключения к *Internet* через сеть мобильного оператора, набрав команду

tracert kuban.mts.ru

6) Выполнить измерение скорости передачи данных при изменении положения антенны модема для следующих случаев ориентации антенны: горизонтальное, под углом 45° к горизонту, вертикальное размещение. Результаты измерений занести в таблицу по форме табл. 3.8.

7) Отключить модем от сети провайдера.

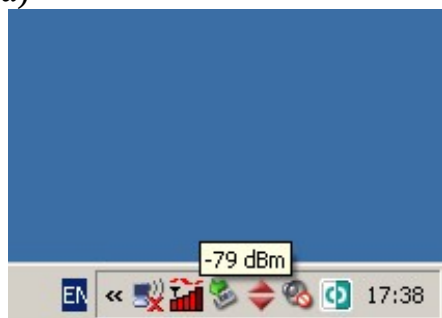
3.4.3. Исследование свойств канала связи при использовании стандарта *UMTS / HSDPA*

3.4.3.1. Порядок подключения к каналу связи

1) Установить модем *AirCard 875* в *PCMCIA* слот ПК, который находится на левой боковой стенке корпуса.

2) Запустить программу «*3G Watcher*» для работы с модемом, для чего использовать соответствующий ярлык на рабочем столе компьютера. Определить уровень мощности сигнала мобильной сети на входе модема. Для этого подвести курсор мыши к значку программы «*3G Watcher*» в системном трее, как показано на рис. 3.9, а.

а)



б)



в)



Рис. 3.9 — Основное окно программы *3G Watcher*

3) Выполнить подключение к сети *Internet*, используя кнопку *Connect* для профиля соединения «*WWAN - SevMOBILE*» (см. рис. 3.9, в). При удачном соединении будет выведено сообщение «*Connected to STS*» и значок программы в системном трее изменит цвет на зеленый, как показано на рис. 3.9, б.

4) Проверить работоспособность соединения, для этого запустить программу *Internet Explorer* или другой браузер и зайти на сайт <http://kuban.mts.ru>.

3.4.3.2. Порядок тестирования системы стандарта *HSDPA*

1) Произвести тестирование канала связи на протоколе *HSDPA*. Для этого подключиться к сети *Internet*. Выполнить тестирование, используя тесты по адресам:

— сервер №1 — <http://speedtest.south.rt.ru>,

— сервер №2 — <http://www.speedtest.net>.

Во втором случае в качестве узла тестирования выбрать ближайший возможный узел (например, город Симферополь).

После окончания процесса тестирования следует полученные значения входящей и исходящей скорости передачи данных внести в протокол лабораторной работы.

2) Определить среднее время отклика для сайта оператора. Для этого нажать «Пуск» — «Выполнить», и в поле ввода команды набрать *CMD*, завершив ввод нажатием кнопки «ОК». Для выполнения тестирования набрать команду

ping kuban.mts.ru

3) Определить путевые узлы в случае подключения к *Internet* через сеть мобильного оператора, набрав команду

tracert kuban.mts.ru

4) Выполнить отключение от сети интернет, но не закрывать окно программы «3G Watcher». Запустить программу *Mobile Data Monitoring Application (MDMA)*, используя ярлык программы на рабочем столе и сохранить изображение окна программы в электронный протокол лабораторной работы (используя комбинацию клавиш *ALT* и *PrintScreen*). Пример экрана программы *MDMA* приведен на рис. 3.10.

Далее приведены основные обозначения, используемые в окне вывода программы *MDMA*:

— *Received Signal Strength Indicator (RSSI)* — индикатор (уровень) силы сигнала, в дБм.

— *Radio Access Technology (RAT)* — технология радиодоступа, например, GPRS, EDGE, 3G, HSDPA, HSUPA, HSD+UPA (High Speed Downlink and Uplink), HSPA+.

— *Mobile Country Code (MCC)* — код страны, в которой находится базовая станция (БС). Для России он равен 250, Украины — 255, Белоруссии — 257.

— *Mobile Network Code (MNC)* — код сотовой сети. Например, МТС имеет код 01, МегаФон — 02, Билайн — 99.

— *Local Area Code (LAC)* — код локальной зоны. Локальная зона — это совокупность БС, которые обслуживаются одним контроллером базовых станций.

— *Cell ID, CID, CI* — «идентификатор соты». Это параметр, который присваивается оператором каждому сектору каждой БС, и служит для его идентификации.

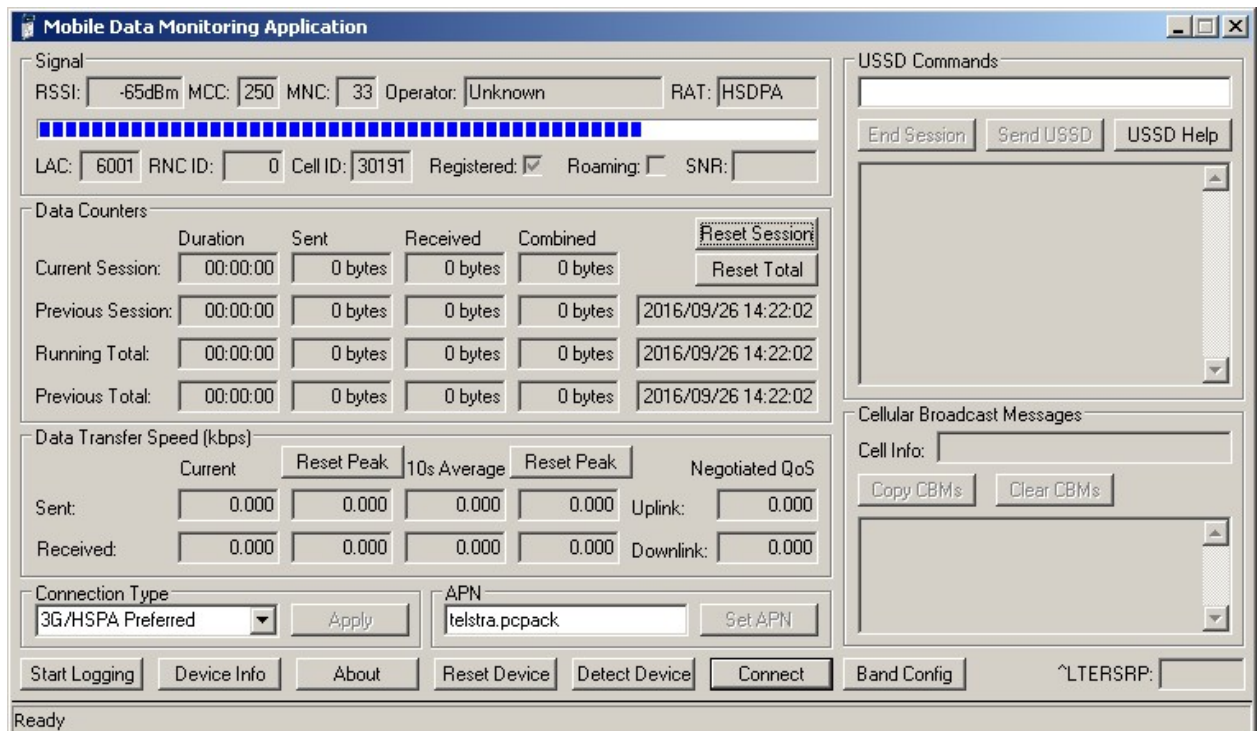


Рис. 3.10 — Основное окно программы MDMA

5) Завершить работу программы MDMA и завершить сеанс связи, отключив модем от сети провайдера.

6) Выполнить корректное извлечение модема, для чего произвести его остановку с использованием функции операционной системы «Безопасное извлечение устройства».

3.4.3.3. Порядок тестирования системы стандарта EDGE

Дополнительное задание по исследованию системы мобильной связи 2G выполняется **по желанию студента** с использованием SIM карты студента. Данное задание выполняется по согласованию с преподавателем.

1) Извлечь SIM карту оператора из модема AirCard 875 и установить SIM карту студента.

2) Установить модем *AirCard 875* в *PCMCIA* слот ПК, который находится на левой боковой стенке корпуса.

3) Запустить программу «*3G Watcher*» для работы с модемом, для чего использовать соответствующий ярлык на рабочем столе компьютера. Определить уровень мощности сигнала мобильной сети на входе модема. Для этого подвести курсор мыши к значку программы *3G Watcher* в системном трее, как показано на рис. 3.9, а.

4) Произвести подключение к сети *Internet*, используя кнопку *Connect* для профиля соединения оператора студента (см. рис. 3.9, в). При удачном соединении будет выведено сообщение «*Connected to ...*» и значок программы в системном трее изменит цвет на зеленый (см. рис. 3.9, б).

5) Произвести тестирование канала связи на протоколе *EDGE*. Запустить программу *Internet Explorer* и запустить тест измерения скорости передачи данных. После окончания процесса тестирования зафиксировать полученное значение входящей и исходящей скорости передачи данных.

6) Определить среднее время отклика для сайта оператора. Для этого нажать «Пуск» — «Выполнить», и в поле ввода команды набрать *CMD*, завершив ввод нажатием кнопки «ОК». Для выполнения тестирования набрать команду

ping kuban.mts.ru

7) Определить путевые узлы в случае подключения к *Internet* через сеть мобильного оператора, набрав команду

tracert kuban.mts.ru

8) Занести в протокол лабораторной работы тип протокола, на котором работает данный модем, частотный диапазон, используемый для передачи данных и максимальную пропускную способность устройства.

9) Завершить сеанс связи, отключив модем от сети провайдера.

10) Выполнить корректное извлечение модема, для чего произвести его остановку с использованием функции операционной системы «Безопасное извлечение устройства». Извлечь модем из *PCMCIA* слота ПК и заменить *SIM* карту студента на *SIM* карту оператора.

3.5. Содержание отчета по лабораторной работе

1) Сформулируйте цель лабораторной работы, в которой укажите какое оборудование, каких стандартов, и какие характеристики оборудования исследуются в лабораторной работе.

2) Изобразите структурную схему лабораторной установки и укажите назначение ее отдельных элементов. Структурную схему следует разработать самостоятельно.

3) В графическом виде изобразите частотный план всех исследуемых вариантов мобильной связи.

4) Приведите результаты экспериментов по исследованию свойств канала связи 3G оператора в режиме загрузки данных для вариантов оборудова-

ния в виде графиков (средняя скорость приема информации, максимальная скорость приема информации, среднее время отклика как функции угла наклона приемной антенны относительно горизонтальной плоскости).

5) Изобразите диаграммы распределения задержки вдоль сетевых узлов, полученные при использовании команды *tracert*. Названия сетевых узлов на диаграмме могут быть указаны условно либо сокращенно.

6) Привести краткую характеристику используемого варианта протокола 3G, указав потенциальные свойства протокола (скорость приема и передачи данных), ширину используемой полосы частот.

7) В выводах необходимо описать и проанализировать полученные результаты и сравнить их с потенциально возможными характеристиками сетей стандартов 3G.

3.6. Контрольные вопросы

3.6.1. Вопросы для допуска к выполнению лабораторной работы

1) Охарактеризуйте порядок действий при исследовании свойств мобильной сети 3G с точки зрения пропускной способности.

2) Поясните порядок действий при исследовании свойств мобильной сети 3G с точки зрения временных свойств.

3) Поясните порядок действий при исследовании свойств мобильной сети 3G с точки зрения структуры сети оператора.

4) Приведите сравнительную характеристику основных вариантов разделения каналов при использовании множественного доступа.

5) Приведите сравнительную характеристику квадратурной амплитудной и квадратурной фазовой манипуляций.

6) Приведите сравнительную характеристику вариантов фазовой манипуляции *QPSK* и *8PSK*.

7) Охарактеризуйте общие особенности мобильной связи третьего поколения.

3.6.2. Вопросы для защиты лабораторной работы

1) Используя технические характеристики модемов, проведите сравнение стабильности частоты модемов *Huawei EC360* и *Sierra Wireless AirCard 875*.

2) Почему нецелесообразно использовать число позиций сигнала более восьми при многопозиционной фазовой манипуляции?

3) Охарактеризуйте метод разделения каналов при использовании множественного доступа с разделением каналов по частоте. Укажите преимущества и недостатки метода.

4) Охарактеризуйте метод разделения каналов при использовании множественного доступа с разделением каналов по времени. Укажите преимущества и недостатки метода.

5) Охарактеризуйте метод разделения каналов при использовании множественного доступа с кодовым разделением каналов. Кратко охарактеризуйте два основных подхода к реализации метода множественного доступа с кодовым разделением каналов.

6) Охарактеризуйте технические возможности систем мобильной связи стандарта *1X EV-DO Release 0*.

7) Охарактеризуйте технические возможности систем мобильной связи стандартов *1X EV-DO Revision A* и *1X EV-DO Revision B*.

8) Охарактеризуйте назначение и работу канала динамического управления скоростью передачи данных *DRC*.

9) Изобразите графическую зависимость скорости передачи данных для прямого канала от порогового отношения сигнал-шум по данным табл. 3.2.

10) Сформулируйте основные тенденции развития систем мобильной связи.

11) Охарактеризуйте технические возможности систем мобильной связи стандартов *UMTS* и *HSDPA*.

12) Охарактеризуйте общие особенности мобильной связи первого и второго поколений.

13) Охарактеризуйте общие особенности мобильной связи третьего поколения с точки зрения современных тенденций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гепко, И.А. Современные беспроводные сети: Состояние и перспективы развития / И.А. Гепко, В.Ф. Олейник, Ю.Д. Чайка, А.В. Бондаренко. — Киев: ЕКМО, 2009. — 672 с.
2. Шубин, В.И. Беспроводные сети передачи данных / В.И. Шубин, О.С. Красильникова. — М.: Вузовская книга, 2013. — 102 с.
3. Рошан, П. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11 / П. Рошан, Д. Лиэри. — М.: Издательский дом «Вильяме», 2004. — 304 с.
4. Решение государственной комиссии по радиочастотам от 7 мая 2007 г., № 07-20-03-001. — Режим доступа: http://www.rfcmd.ru/sphider/docs/GKRCh/GKRCh_07-20-03-001_ot_07_05_2007.htm (дата обращения: 24.04.2015).
5. ZXV10 H108L Home Gateway. User Manual / ZTE CORPORATION. — Режим доступа: <http://www.wind.gr/files/1/eksoplismostabs/exoplismos2zxv10-h108l-user-manual.pdf> (дата обращения: 27.08.2015).
6. Ипатов, В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложение / В.П. Ипатов. — М.: Техносфера, 2007. — 488 с.
7. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 1104 с.
8. Тамаси, У. Электронные системы связи / У. Тамаси. — М.: Техносфера, 2007. — 1360 с.
9. Столлингс, В. Компьютерные системы передачи данных / В. Столлингс. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. — 928 с.
10. 3G - CDMA2000 1xEV-DO Technologies / CDMA Development Group. — Режим доступа: http://www.cdg.org/technology/3g_1xEV-DO.asp (дата обращения: 25.07.2015).
11. Тестирование 3G USB-модема AC8700 CDMA2000 1X EV-DO для PEOP-LEnet / В. Паровышник. — Режим доступа: http://www.easycom.com.ua/netlan/zte_ac8700/?lang=ru (дата обращения: 10.08.2015).

Приложение А
ZXV10 H108L *Home Gateway*
User Manual



ZXV10 H108L Home Gateway

User Manual

Version 1.0

ZTE CORPORATION

LEGAL INFORMATION

Copyright © 2010 ZTE CORPORATION.

The contents of this document are protected by copyright laws and international treaties. Any reproduction or distribution of this document or any portion of this document, in any form by any means, without the prior written consent of ZTE CORPORATION is prohibited. Additionally, the contents of this document are protected by contractual confidentiality obligations.

All company, brand and product names are trade or service marks, or registered trade or service marks, of ZTE CORPORATION or of their respective owners.

This document is provided "as is", and all express, implied, or statutory warranties, representations or conditions are disclaimed, including without limitation any implied warranty of merchantability, fitness for a particular purpose, title or non-infringement. ZTE CORPORATION and its licensors shall not be liable for damages resulting from the use of or reliance on the information contained herein.

ZTE CORPORATION or its licensors may have current or pending intellectual property rights or applications covering the subject matter of this document. Except as expressly provided in any written license between ZTE CORPORATION and its licensee, the user of this document shall not acquire any license to the subject matter herein.

ZTE CORPORATION reserves the right to upgrade or make technical change to this product without further notice.

Users may visit ZTE technical support website <http://ensupport.zte.com.cn> to inquire related information.

The ultimate right to interpret this product resides in ZTE CORPORATION.

Revision History

Revision No.	Revision Date	Revision Reason
R1.1	20100325	Abridged version
R1.0	20100118	First Edition

Serial No. SJ-20100115161948-001

Publishing Date: 20100325

1 Safety Instructions

During Installation and Application

- Use the power adapter delivered with the product. Other power adapter may make the device unable to work normally or even damage the device.
- Check load capacity of power socket and power cable. Overloading of power socket or broken power cable may cause an electric shock or fire. It is recommended to check cables periodically and replace the broken one immediately.
- Appropriate space for heat dissipation is required to prevent the product from overheating.
- Keep the product away from heat sources. Do not expose the device to high temperature environment and direct sunlight.
- Keep the product away from moisture or vapor. Do not splash any fluid on the product.
- Do not place the product on any unstable surface.
- Switch OFF and unplug this product carefully when it is not in use or before cleaning. Pay attention to the high temperature on the surface of the transformer.
- Delay between switching OFF and switching ON should be more than 3 seconds.
- Do not block the heat dissipation opening of the product.
- When the product is not used for a long period of time, unplug the power cord.
- Watch out the children especially when they are using the device without any custody.
- If any abnormal phenomenon appear on this product (such as smoke, weird sound and/or smell), unplug the power adapter.
- Do not use the device in the thunderstorm.

For Service

Do not attempt to disassemble, repair, or open this product, which will cause you lose the warranty services. Contact qualified service personnel in case of problems, especially under the following conditions:

- The power socket or cable is damaged.
- Liquid is splashed into the product.
- The product is exposed to rain or water.
- The product does not work normally when the operating instructions are followed.
- The product is dropped or struck, causing the product damaged.

2 Introduction

2.1 Product Overview

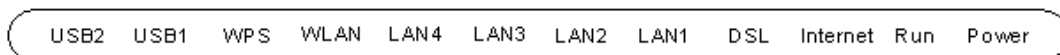
Thank you for using ZXV10 H108L (hereafter referred to as H108L) Home Gateway.

H108L can serve as the center of a home network where various devices can share the Internet connection to provide data, communication, and entertainment services.

The delivery of services needs the support of local operators, contact local operators for more information.

2.2 Introduction to Indicators

Indicators on the front panel are used to show the status of H108L, which is shown in the figure below.



Indicators on the front panel are described in the table below.

Indicator	Status	Description
Power	Constantly on	The power is connected and switched on.
	Off	The power is not connected or the device fails to function
Run	Flashing	The device is functioning.
	Off	The device fails to function.
Internet	Constantly on	The connection is established and the IP address is allocated.
	Flashing	Data is being transmitted.
	Off	The following problems may be present: • The system is not powered on. • ADSL connection is not established. • The IP or PPP session is terminated due to a reason other than Idle Timeout. • ADSL is in the bridge mode only.
DSL	Constantly on	ADSL connection is established.
	Flashing	ADSL connection is being established.
	Off	ADSL connection is not established.

Indicator	Status	Description
LAN1–LAN4	Constantly on	LAN connection is established.
	Flashing	Data is being transmitted.
	Off	LAN connection is not established.
WLAN	On	WLAN RF is switched on.
	Flashing	Data is being transmitted.
	Off	WLAN RF is switched off.
WPS	On	WPS is switched on and functioning. The indicator will turn off in five minutes.
	Slowly flashing	Negotiation is in process through WPS.
	Fast flashing	WLAN terminal's WPS access encountered an error.
	Off	Device failure or not in use.
USB1/USB2	On	USB storage device connected.
	Flashing	Identifying USB storage devices or performing data read/write.
	Off	Non-USB storage device connected.

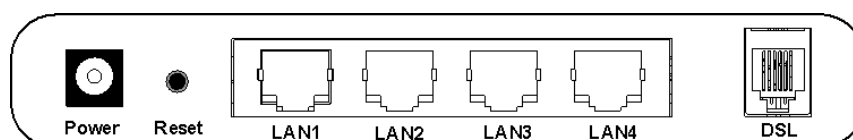
Notes:

The quantity of USB indicators ranges from 0 to 2 depending on the actual product model.

2.3 Introduction to Sockets and Buttons

- Sockets and buttons on the rear panel of H108L

The sockets and buttons on the rear panel of H108L are as follows:



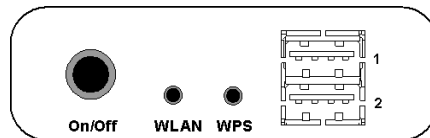
The description of sockets and buttons on the rear panel of H108L is as follows:

Name	Function	Description
Power	Power socket	Connects to standard power adapter to obtain DC power supply.
Reset	Reset button	When the device is operating, keep pressing the button for more than 5 seconds to restore the default settings. Then the system restarts automatically.

Name	Function	Description
LAN1–LAN4	Ethernet ports	Connects to PC's network adapter or other network device via RJ-45 cable.
DSL	DSL socket	Connects to ADSL cable or splitter via RJ-11 telephone line.

- Sockets and buttons on the side panel of H108L

Socket and buttons on the side panel of H108L are as follows:



The description of sockets and buttons on the side panel of H108L is as follows:

Name	Function	Description
On/Off	Power switch	Switches on or off power supply.
WLAN	WLAN RF switch	keep pressing the button for more than 5 seconds to switch on or off WLAN RF.
WPS	WPS access switch	Switches on or off WPS access.
USB1/USB2	USB port	Connects USB storage devices.

Notes:

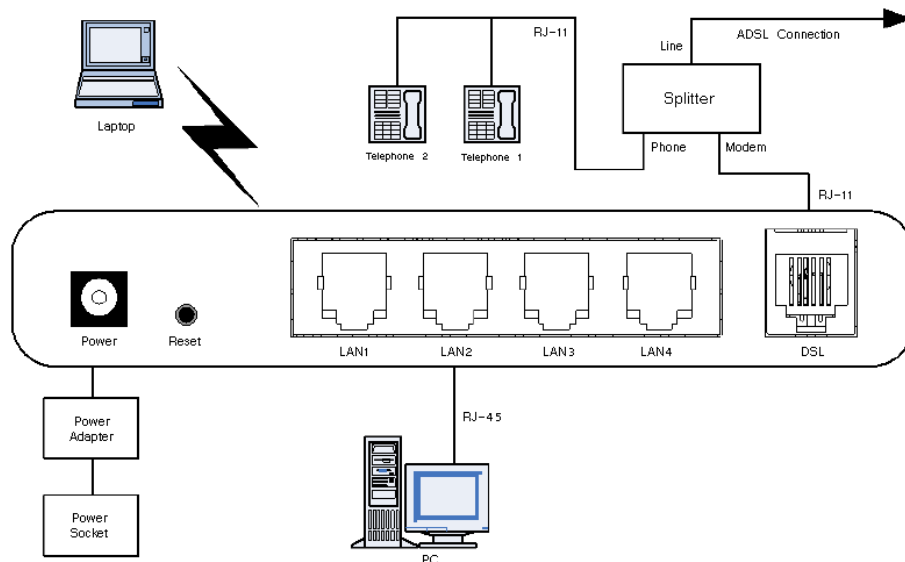
The quantity of USB ports ranges from 0 to 2 depending on the actual product model.

3 Installation

3.1 Installing Device

Appropriate space for heat dissipation is required to prevent the device from overheating. Do not place the device close to heat sources or under direct sunlight. Do not block the heat dissipation opening.

1. Placement: Place the device at a place where its surface is plane and where there will be less obstacles when communicating with the wireless terminals to ensure the best signal strength. It is recommended to use wireless terminals in the room where H108L is placed or the immediate room.
2. H108L adopts the ADSL uplink mode to get connected to the Internet. It is recommended to connect the device as the approach shown in the following figure.



3. If a telephone is required to be installed before the splitter, make sure to connect a voice filter properly to the **Line** socket of the splitter, and then connect the telephone to the filter. Connect other sockets as the above figure.

Notes:

Please use the power adapter delivered with the device. Otherwise the device might be damaged.

3.2 Setting Preparations

3.2.1 Checking PC Settings

It is recommended to turn off VPN and firewalls on your PC.

The following uses Microsoft IE as an example to introduce the steps to disable IE proxy service.

1. Select [**Tools**→**Internet Options**] in the browser. Then the **Internet Options** window pops up.
2. In the **Internet Options** window, select **Connections** tab and click **LAN Settings**.
3. Uncheck **Use a proxy server for your LAN** in the pop-up window. Then click **OK** to submit.

3.2.2 Configuring TCP/IP

The following uses Windows XP as an example to introduce the steps to configure TCP/IP.

1. In the Windows taskbar, select [**Start**→**Control Panel**].
2. In the **Control Panel** window, double-click **Network Connection**.
3. In the **Network Connection** window, right-click **Local Area Connection**. In the pop-up menu, click **Properties**. Then the **LAN Properties** dialog box pops up.
4. Select **Internet Protocol (TCP/IP)** and click **Properties**. Then the **Internet Protocol (TCP/IP) Properties** dialog box pops up.
5. There are two approaches to configure TCP/IP. However, the first approach is recommended.

- First approach: Acquire an IP address automatically from H108L via DHCP.
 - a. In the **Internet Protocol (TCP/IP) Properties** dialog box, check **Obtain an IP address automatically** and **Obtain DNS server address automatically**.
 - b. Click **OK** to save configuration.
- Second approach: Specify a static IP address for PC.
 - a. In the **Internet Protocol (TCP/IP) Properties** dialog box, check **Use the following IP address** to set the IP addresses of PC and H108L to the same network segment, in the form of 192.168.1.x (x is an integer between 2 to 254).

For example, IP is set to **192.168.1.2**, subnet mask is set to **255.255.255.0**, and both default gateway and DNS server are set to **192.168.1.1**.
 - b. Click **OK** to save configuration.

3.3 Configuring Wireless Connection

1. The PC is able to connect to WLAN network when it is equipped with wireless network card.
2. Before the PC is able to get connected with a WLAN network, the installation and configuration of wireless network card must be completed.
3. The wireless network card will search for wireless networks automatically after installation and configuration is completed. The PC will be ready for use after search succeed. If encryption is enabled on H108L, users will be prompted for corresponding encryption key.

3.4 Restoring Default Settings

If the device fails to function or users forget their login password due to incorrect configurations, the problem can be resolved by restoring default settings.

Refer to the label on the bottom of device for detailed default setting parameters.

1. When the device is operating normally, keep pressing the **Reset** button for more than 5 seconds (using a needle or a pin).
2. The system will restore default settings and restart automatically.

4 WEB Configuration

4.1 Login/Logout

H108L provides Web-based configuration, which enables users to configure and manage H108L via Web browser.

1. Type `http://192.168.1.1` (the default IP address of the LAN-side interface of H108L) in the address bar of IE browser and press **Enter**. Then the **Login** page shown in the following figure pops up.

Please login to continue...

Username

Password

- Input username and password (default username and password are `admin` and `admin`) and click **Login** to enter H108L page.
- Click **Logout** at the top-right corner of corresponding page to exit.

4.2 Network Configuration

4.2.1 Creating WAN Connection

- Select [**Network**→**WAN**→**WAN Connection**] to open the **WAN Connection** page as shown in the figure below.

Connection Name

Type

New Connection Name

Enable NAT ☒

Enable VLAN ☐

VLAN ID

802.1p

VPI/VC

New VPI/VC

Encapsulation Type

Service Type

Username

Password

Authentication Type

Connection Trigger

Idle Timeout sec

- Set the parameters according to the description below.

Parameter Name	Description
Connection Name	The default value is Create WAN Connection . Users can select created network connections from the drop-down menu.
Type	Type of connection. Select WAN connection type from five options including PPPoE, PPPoA, Static (need the operator to provide IP address), DHCP and Bridge Connection. The default value is PPPoE.
New Connection Name	Contains 1 to 256 characters.

Parameter Name	Description
Enable NAT	Enable/disable Network Address Translation (NAT). This function can be configured in route mode only. It cannot be configured in bridge mode.
Enable VLAN	Enable/disable VLAN configuration. VLAN ID and 802.1p are used to define to which VLAN the device belongs as well as the priority.
VLAN ID	VLAN ID of data packets at WAN interface. The value ranges from 1 to 4094.
802.1p	Deals with priority, suitable for multiple WAN connections only. The value ranges from 0 to 7. The default value is 0, which indicates no priority set. The greater the value is, the higher the priority is.
VPI/VCI	VPI/VCI (Virtual Path/Channel Identifier) identifies virtual path and virtual channel of a link. In the case of first-time configuration, select Create , and then configure the VPI/VCI values. Otherwise, select a previously used VPI/VCI values from the drop-down list.
New VPI/VCI	Configures VPI/VCI values, which range from 0 to 255 and from 0 to 65535 respectively. Both of which are provided by the ISP.
Encapsulation Type	The protocol encryption type, which supports LLC and VCMUX.
Service Type	Configuration of ATM QoS which imposes restrictions on uplink traffic. Four types are available: CBR, RT-VBR, nRT-VBR and UBR.
Username/Password	Username and password for WAN connection authentication. Both of which are provided by the ISP.
Authentication Type	Authentication protocol type. Options: Auto, PAP and CHAP. The value is Auto by default.
Connection Trigger	Connection triggering mode. Options: Always On, On Demand, and manual. The mode is Always on by default.
Idle Timeout	The default value is 1200 seconds. It can be set when the Connection Trigger is set to On Demand only.

- Click **Create** to create connection.

4.2.2 WLAN Configuration

1. Select [**Network**→**WLAN**→**Basic 11n**] to open the **WLAN Basic Parameter** page, as shown in the figure below.

Enable Wireless RF ☒

Enable Isolation ☐

Mode Mixed(802.11b+802.11g+802.11n) ▼

Country/Region China ▼

Band Width 20Mhz ▼

Channel Auto ▼

SGI Enable ☐

Beacon Interval 100 ms

Transmitting Power 100% ▼

QoS Type WMM ▼

Submit Cancel

2. Set the parameters according to the description below.

Parameter Name	Description
Enable Wireless RF	Enable/disable WLAN RF.
Enable Isolation	Enable/disable internal isolation.
Mode	Wireless communication mode, including Mixed (802.11b+802.11g) and Mixed 802.11b+802.11g+802.11n.
Country/Region	Country or region where the device to be used.
Band Width	Band width to be set. Options: 20MHz and 40MHz. The value is 20MHz by default. Configurable when Mixed (802.11b+802.11g+802.11n) is enabled only.
Channel	Wireless signal channel. Select from auto and integers from 1 to 13 according to the country code. The default value is Auto. Wireless channel used in the communication between the wireless access point and wireless station, which channel to use depends on the local administration. All stations communicating with H108L must use the same channel.
SGI Enable	Enable/disable SGI. Configurable when 802.11n mode is enabled only.
Beacon Interval	The default value is 100ms.

Parameter Name	Description
Transmitting Power	Transmitting power level. Options: 100%, 80%, 60%, 40% and 20%. The default value is 100%. Transmitting Power indicates the ration of the output power to the maximum power. The higher the power is, the longer the transmitting distance is.
QoS Type	The default value is WMM.

- Click **Submit** button to complete WLAN configuration.

4.2.3 WLAN Security Configuration

- Select [**Network**→**WLAN**→**Security**] to open the **WLAN Security Configuration** page.

- Configure parameters on the basis of the following description.

Parameter Name	Description
Choose SSID	The default value is SSID1.
Authentication Type	Options: Open System (indicating no encryption), shared key, WPA-PSK, WPA2-PSK and WPA/WPA2-PSK.
WPA Passphrase	WPA encryption key, which contains 8 to 63 characters.
WPA Group Key Update Interval	The interval of WPA group key update. The default value is 600 seconds.
WPA Encryption Algorithm	WPA encryption algorithm, which supports TKIP, AES and TKIP+AES. If users want to enable TKIP or TKIP+AES encryption algorithm, please firstly enable Mixed (802.11b+802.11g) wireless communication mode.

Available encryption methods include WPA encryption, WEP encryption, and no encryption.

- WPA encryption

Wi-Fi Protected Access (WPA) includes WPA-PSK, WPA2-PSK, and WPA/WPA2-PSK.

- Select **WPA-PSK**, **WPA2-PSK** or **WPA/WPA2-PSK** from the drop-down list of **Authentication Type** option to enable WPA encryption.
- Set the parameters according to the description above.

- WEP encryption

Wired Equivalent Privacy (WEP) is a widely used WLAN security protocol.

- Select **Shared Key** from the drop-down list of **Authentication Type** option to open the page as shown in the following figure.

The screenshot shows a configuration window for WEP encryption. It includes the following fields and values:

- Choose SSID: SSID1 (dropdown)
- Authentication Type: Shared Key (dropdown)
- WEP Encryption: Enable (dropdown)
- WEP Encryption Level: 64bit (dropdown)
- WEP Key Index: 1 (dropdown)
- WEP Key1: 11111 (text input)
- WEP Key2: 22222 (text input)
- WEP Key3: 33333 (text input)
- WEP Key4: 44444 (text input)

Below the key inputs, there is a note: "13 ASCII chars or 26 hexadecimal digits can be entered for 128-bit WEP Encryption Key. 5 ASCII chars or 10 hexadecimal digits can be entered for 64-bit WEP Encryption Key."

- Set the parameters according to the description below.

Parameter Name	Description
WEP Encryption	Enable/disable WEP encryption. The encryption is disabled by default.
WEP Encryption Level	The length of WEP encryption key is 64bit or 128bit.
WEP Key Index	Index of WEP encryption key.
WEP Key1–WEP Key4	WEP encryption keys. 64 bit WEP encryption key corresponds to 5 ASCII characters or 10 hexadecimal characters. 128bit WEP encryption key corresponds to 13 ASCII characters or 26 hexadecimal characters.

- Click **Submit** button to complete WLAN security configuration.

5 Troubleshooting

You may encounter some problems when installing or using H108L. Please try the following solutions. If the problem still exists, please contact the service provider for help.

Problem	Solution
The power indicator is off after the device is switched on	Use standard power adapter, such as the power adapter delivered with the device. Make sure that the adapter is connected properly to both H108L and the power socket.
The LAN indicator is off after Ethernet cable is connected	Make sure that the Ethernet, PC, and H108L are correctly connected, and that the PC and H108L are switched on.
The DSL indicator is off after telephone line is connected.	Make sure that the telephone line in use is standard line (delivered with the device) and all devices are correctly connected according to the previous description. Check whether the cables are properly plugged in. Please allow 60 seconds for H108L to establish connection to the operator.
The DSL indicator flashes slowly after telephone line is connected	Indicates that H108L failed to get connected with the DSLAM system of the operator. Please make sure that H108L is correctly connected according to the previous solutions. If a telephone is installed before the splitter, please make sure that the splitter is correctly installed.
WLAN cannot be connected	● Make sure that the WLAN RF is switched on, and the WLAN indicator is on. ● Check whether the wireless network card is correctly configured. ● Check whether the network name, encryption mode, and encryption key stored in the PC are consistent with the settings of H108L.
PC is unable to access the network	● Check whether the IP address of H108L(192.168.1.1 by default) can be pinged successfully from the PC. If cannot, please check the Ethernet connection and whether the indicator status is normal. ● It is recommended to set the IP address and DNS server address to be obtained automatically. ● It is recommended to disable all running firewall or security software. ● Disable the proxy server of the Web browser. ● Check whether the indicator status is normal.

6 Specification

Physical Specification

- Size
Excluding bracket: 200mm * 168mm * 36mm (length * width * height)
Including bracket: 200mm * 168mm * 75mm (length * width * height)
- Weight
Excluding bracket: 300g (excluding power adapter)
Including bracket: 360g (excluding power adapter)

Electric Specification

- Non-USB Scenario
Power supply: Input 220V AC/50Hz, output 12V AC/750mA
Power: 9W
- USB Scenario
Power supply: Input 220V AC/50Hz, output 12V AC/1A
Power: 12W

Environmental Requirements

Temperature: 0°C–45°C, humidity: 5%-95%.

Qualifications

CCC, Network Access License, Wi-Fi, Radio Transmitter Model Authorization.

ZTE CORPORATION reserves the right to upgrade or make technical change to this product without further notice.