

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 31.07.2024 01:23:42

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668a004a50426d59e31c11eabb073e943d14a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования


«Юго–Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

  
« 18 » 03



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНФИГУРАЦИИ И ПАРАМЕТРОВ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Методические указания  
по выполнению лабораторных работ  
по курсу «Беспроводные технологии передачи информации»  
для студентов направления подготовки 11.03.02

Курск 2021

УДК 621.3.095

Составитель А.Е.Севрюков

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *В.Г.Андронов*

Определение конфигурации и параметров беспроводных сетей: методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Беспроводные технологии передачи информации» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.Е.Севрюков. Курск, 2021. 44 с.

Содержат методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Беспроводные технологии передачи информации».

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы дисциплины «Беспроводные технологии передачи информации».

Предназначены для студентов направления подготовки 11.03.02 заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано печать *15.03* Формат 60x841/16.

Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л.2,32. Тираж 100 экз. Заказ *472*. Бесплатно  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

## Лабораторная работа №1

### Конфигурирование и настройка сети Wi-Fi с топологией BSS

#### 1 Цель работы

Получение практических навыков создания сетей Wi-Fi с топологией BSS, а также исследование влияния различных факторов на пропускную способность беспроводной локальной сети.

#### 2 Краткая информация о топологии BSS

Топология *Basic Service Set* – (BSS) беспроводной локальной сети является известной по системам мобильной связи топологией «точка – множество точек». При использовании такой топологии все пользовательские станции находятся в зоне действия точки доступа (*Access Point* – AP). Все пакеты, передаваемые от одной абонентской станции к другой, поступают сначала на точку доступа, а затем на станцию-получателя.

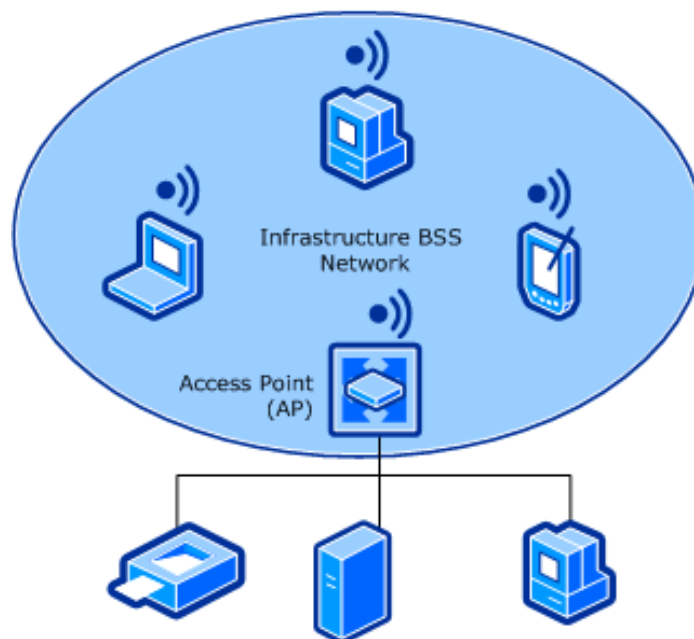


Рисунок 1 - Топология BSS

Точка доступа обеспечивает подключение абонентских станций сети Wi-Fi к проводной сети (например, к сети Ethernet).

Часто производители оборудования называют также эту топологию **Инфраструктурой** (*Infrastructure*).

### 3 Лабораторное задание

Пользуясь приведенным ниже описанием настройки точки доступа и станций пользователя:

- а) Изучить настройки радиоинтерфейса точки доступа.
- б) Развернуть сеть Wi-Fi с заданными преподавателем характеристиками.
- в) Измерить среднюю пропускную способность сети с одной точкой доступа и двумя станциями.
- г) Оценить влияние механизма RTS/CTS и режима фрагментации на пропускную способность сети.
- д) Оценить влияние соканальных сетей Wi-Fi на пропускную способность сети.
- е) Исследовать влияние количества подключенных абонентских станций на пропускную способность сети. Зафиксировать, как пропускная способность делится между станциями.

### 4 Указания к выполнению работы

#### Внимание!

*Перед выполнением лабораторной работы рекомендуется приостановить работу антивируса Kaspersky. Для этого достаточно выбрать значок антивируса на панели задач, нажать правой кнопкой мыши и выбрать пункт **Приостановка защиты и контроля...***

В результате выполнения работы в лаборатории должна быть развернута беспроводная локальная сеть с топологией BSS (Infrastructure). Все исследования будут проводиться в этой сети.

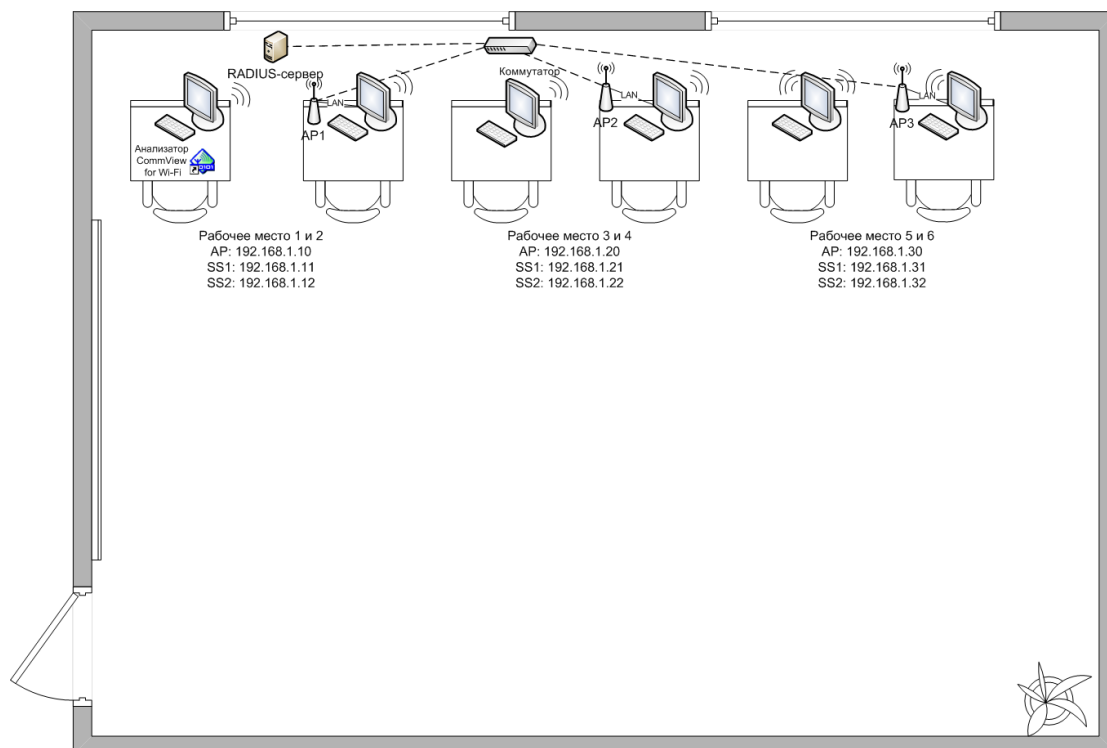


Рисунок 2 - Схема лабораторного помещения:

#### 4.1 Подключение к точке доступа

Для настройки точки доступа можно использовать специальное программное обеспечение, поставляемое на диске, который прилагается к точке доступа при ее покупке. Однако для удобства пользователей точка доступа может быть сконфигурирована с помощью программы Internet Explorer (или любого другого интернет-браузера). Во втором случае возможна и удаленная настройка точки доступа.

а) Задайте на проводном сетевом интерфейсе ПК, с которого осуществляется настройка точки доступа, следующие IP-адреса и маски подсетей:

**Таблица** Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует. **IP-адреса и маски подсетей**

Параметр настройки	Задание для бригады		
	1	2	3
IP-адрес ПК	192.168.0.19	192.168.0.29	192.168.0.39
Маска подсети	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0

б) Подключите точку доступа к порту Ethernet ПК с помощью кабеля.

в) Запустите программу MS Internet Explorer (или любой другой браузер) и введите в поле адреса следующий IP-адрес: **http://192.168.0.1**.

**Внимание!** В случае использования прокси-сервера для локальных подключений может потребоваться добавить исключения для адреса точки доступа. Для этого необходимо открыть свойства обозревателя (Alt+X) Internet Explorer и перейти в раздел **Подключения/Настройка сети / Дополнительно**. В окне **Исключения** следует прописать адреса точек доступа, используемых в лабораторной работе. Например: 192.168.1.\* - исключает все адреса подсети.

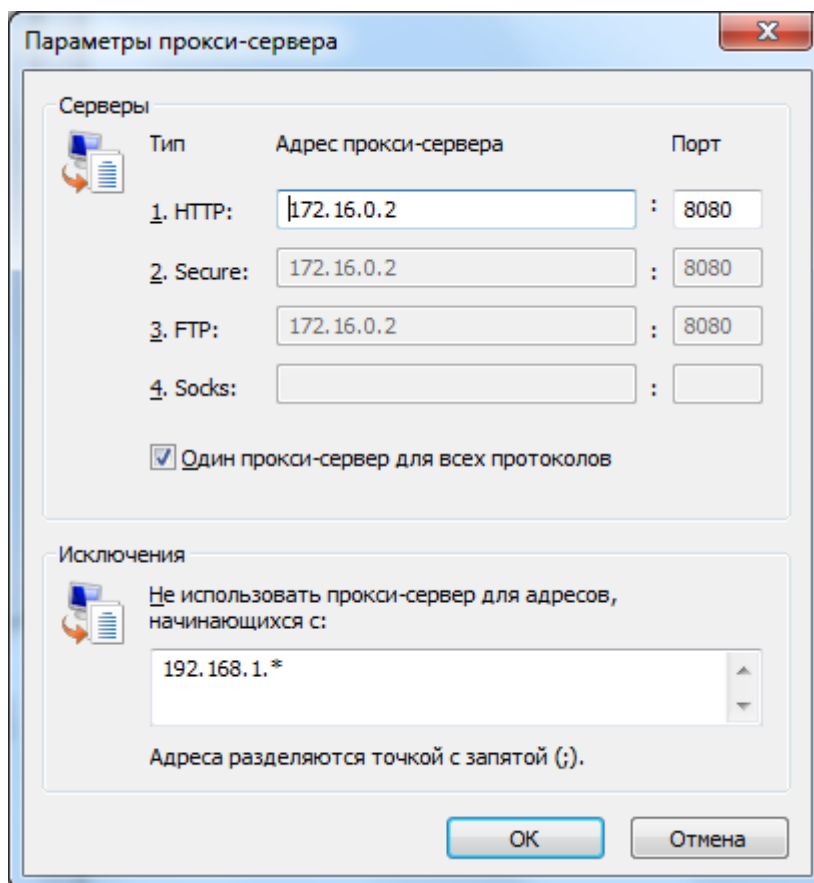


Рисунок 3 – Окно параметров прокси-сервера

г) Введите имя пользователя **admin**, пароль **admin**.

д) Пользуясь приложением к данной работе и открытым в окне браузера интерфейсом настройки точки доступа, ознакомьтесь с основными элементами управления и группами настроек.

#### 4.2 Развертывание сети с топологией BSS

Для создания беспроводной сети с топологией BSS необходимо настроить точку доступа и абонентские станции. Настройка точки доступа производится через web-интерфейс, настройка абонентских станций — с помощью средств ОС.

Вначале следует настроить точку доступа, а затем приступить к настройке абонентских станций.

Каждая бригада настраивает сеть со следующими параметрами:

Таблица 1 – Параметры для настройки сети

Параметр настройки	Задание для бригады		
	1	2	3
Режим работы	Access Point		
SSID	group1	group2	group3
Канал	2	4	8
IP-адрес AP	192.168.1.10	192.168.1.20	192.168.1.30
IP-адреса SS	192.168.1.11 192.168.1.12	192.168.1.21 192.168.1.22	192.168.1.31 192.168.1.32
IP-адрес ПК	192.168.1.19	192.168.1.29	192.168.1.39
Маска подсети	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0

1. Подключитесь к точке доступа через web-интерфейс (см. п. 0).
2. Перейдите в пункт меню **Wireless -> Wireless Settings**.
3. В поле **SSID** введите идентификатор зоны обслуживания в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 1).
4. В поле **Region** из выпадающего списка выберите **Russia**.
5. В поле **Channel** из выпадающего списка выберите номер канала в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 1).
6. Нажмите на кнопку **Save**, чтобы сохранить настройки.

7. Перейдите в пункт меню **Network -> LAN**.
8. В поле **IP Address** введите IP-адрес точки доступа в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 1).
9. В поле **Subnet Mask** введите маску подсети в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 1).
10. Нажмите на кнопку **Save**, чтобы сохранить настройки.
11. Перейдите в пункт меню **System tools -> Reboot** и нажмите на кнопку **Reboot**. Начнется перезагрузка точки доступа, чтобы применить все сделанные настройки.
12. Отключите точку доступа от ПК. Она должна работать автономно.
13. Настройте IP-адреса и маски подсетей на абонентских станциях в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 1). Настройка должна производиться для беспроводного соединения.
14. Подключите абонентские станции к точке доступа SSID вашей бригады.
15. С помощью команды `ping` проверьте, что станции слышат друг друга. Для этого в командной строке Windows введите команды `ping 192.168.1.XXX -t`, где вместо **XXX** подставляйте значения адресов точки доступа и других абонентских станций.

#### 4.3 Измерение пропускной способности сети

Пропускная способность сети Wi-Fi с топологией BSS определяется скоростью передачи на физическом уровне, а также методом доступа станций к общей среде передачи.

1. Начните передачу большого файла (рекомендуемый объем ~200 Мбайт) с одной абонентской станции на другую.
2. На каждой из станций нажмите на комбинацию клавиш **CTRL+SHIFT+ESC**, перейдите во вкладку **Сеть** и наблюдайте скорость приема/передачи информации.
3. Вычислите пропускную способность сети.



#### 4.4 Исследование влияния механизма RTS/CTS и режима фрагментации на пропускную способность

Механизм RTS/CTS призван устранить последствия проблемы «скрытого узла» в сети Wi-Fi. При этом пропускная способность сети, использующей механизм RTS/CTS, будет ниже. Это связано с дополнительной передачей служебных пакетов RTS и CTS через радиоканал.

Режим фрагментации позволяет повысить вероятность доставки фрейма через зашумленную среду. При этом пропускная способность сети с фрагментацией фреймов будет ниже. Это связано с передачей дополнительных заголовков фрагмента внутри кадра.

1. Включите на точке доступа режим RTS/CTS. Для этого перейдите в пункт меню **Wireless -> Wireless Advanced**. Установите в поле **RTS Threshold** значение 1, т.е. механизм RTS/CTS будет включаться для передачи любых фреймов длиной более 1 байта.
2. Нажмите на кнопку **Save**, чтобы сохранить настройки.
3. Перейдите в пункт меню **System tools -> Reboot** и нажмите на кнопку **Reboot**. Начнется перезагрузка точки доступа, чтобы применить все сделанные настройки.
4. Пользуясь указаниями из п. 4.3, проведите измерение пропускной способности сети.
5. Сравните результаты, полученные в данном эксперименте и в эксперименте из п. 4.3.
6. Отключите на точке доступа режим RTS/CTS. Для этого перейдите в пункт меню **Wireless -> Wireless Advanced**. Установите в поле **RTS Threshold** значение 2346.
7. Включите на точке доступа режим фрагментации. Для этого перейдите в пункт меню **Wireless -> Wireless Advanced**. Установите в поле **Fragmentation Threshold** значение 256, т.е. механизм фрагментации будет включаться для передачи любых фреймов длиной более 256 байт. Причем каждый превышающий пороговое значение фрейм будет разделен на фрагменты по 256 байт.
8. Нажмите на кнопку **Save**, чтобы сохранить настройки.

9. Перейдите в пункт меню **System tools -> Reboot** и нажмите на кнопку Reboot. Начнется перезагрузка точки доступа, чтобы применить все сделанные настройки.

10. Пользуясь указаниями из п. 4.3, проведите измерение пропускной способности сети.

11. Сравните результаты, полученные в данном эксперименте и в эксперименте из п. 0.

#### 4.5 Оценка влияния соканальных сетей Wi-Fi на пропускную способность сети

Пропускная способность беспроводной сети также зависит от наличия соседних сетей, работающих на одном частотном канале.

1. Настройте точки доступа в соответствии с параметрами, приведенными в таблица 2

2. Пользуясь указаниями из п. 4.3, проведите измерение пропускной способности сетей в бригадах 1 и 2, а также 3 и 4. **Важно, чтобы передача файлов в бригадах 1 и 2, а также 3 и 4 велась одновременно.**

3. Сравните результаты, полученные в данном эксперименте и в эксперименте из п. 4.3.

**Таблица 2 – Параметры для настройки сети**

Параметр настройки	Задание для бригады		
	1	2	3
Режим работы	Access Point		
SSID	group1	group2	group3
Канал	2	2	2
IP-адрес AP	192.168.1.10	192.168.1.20	192.168.1.30
IP-адреса SS	192.168.1.11	192.168.1.21	192.168.1.31
	192.168.1.12	192.168.1.22	192.168.1.32
Маска подсети	255.255.255.0	255.255.255.0	255.255.255.0

#### 4.6 Оценка влияния числа станций на пропускную способность сети

Благодаря использованию механизма CSMA/CA пропускная способность сети равномерно распределяется между всеми абонентскими станциями.

1. Подключите абонентские станции бригады 1 и 3 к точке доступа бригады 2. Таким образом, к точке доступа бригады 2 будут подключены 6 абонентских станции.

2. На каждой из абонентских станций нажмите на комбинацию клавиш **CTRL+SHIFT+ESC**, перейдите во вкладку **Сеть**.

3. Начните передачу большого файла (рекомендуемый объем ~200 Мбайт) с абонентской станции 192.168.1.11 на 192.168.1.12.

4. Параллельно начните передачу большого файла (рекомендуемый объем ~200 Мбайт) с абонентской станции 192.168.1.11 на 192.168.1.21.

5. Параллельно начните передачу большого файла (рекомендуемый объем ~200 Мбайт) с абонентской станции 192.168.1.22 на 192.168.1.31.

6. Наблюдайте скорость приема/передачи информации на каждой станции.

#### 5 Содержание отчета.

1. Схема типичной сети Wi-Fi с топологией BSS.

2. Выводы и обоснования полученных результатов по пунктам 4.3 - 4.6. В выводах и обоснованиях основной акцент необходимо сделать на причинах, получения именно такого результата.

## Приложение А.

### Характеристики оборудования

В качестве точки доступа в этой и последующих лабораторных работах используем беспроводной маршрутизатор TP-Link TL-WR841ND, а в качестве абонентских станций — ПК с установленными беспроводными сетевыми платами TP-Link TL-WN951N. Характеристики указанного оборудования представлены в приведенных ниже таблицах.

**Таблица А.1 - Технические характеристики беспроводного адаптера TP-Link TL-WN951N**

Поддерживаемые стандарты	IEEE 802.11n IEEE 802.11g IEEE 802.11b
Мощность (EIRP)	<20 дБм
Антенны	3 всенаправленных антенны по 2 дБи
Рабочие температуры	0° - 40° С
Диапазон частот	2,4000 ГГц – 2,4835 ГГц
Скорости передачи данных	IEEE 802.11n — до 300 Мбит/с IEEE 802.11g — до 54 Мбит/с IEEE 802.11b — до 11 Мбит/с
Чувствительность приемника	270 Мбит/с: -68 дБм @10% PER 130 Мбит/с: -68 дБм @10% PER 108 Мбит/с: -68 дБм @10% PER 54 Мбит/с: -68 дБм @10% PER 11 Мбит/с: -85 дБм @8% PER 6 Мбит/с: -88 дБм @10% PER 1 Мбит/с: -90 дБм @8% PER
Вид модуляции	DBPSK, DQPSK, CCK, OFDM, 16-QAM, 64-QAM

**Таблица А.2 - Технические характеристики беспроводного маршрутизатора TP-Link TL-WR841ND**

Поддерживаемые стандарты	IEEE 802.11n IEEE 802.11g IEEE 802.11b IEEE 802.3
Мощность (EIRP)	<20 дБм
Рабочие температуры	0° С - 40° С
Диапазон частот	2,4000 ГГц – 2,4835 ГГц
Скорости передачи данных по радиоканалу	IEEE 802.11n — до 300 Мбит/с IEEE 802.11g — до 54 Мбит/с IEEE 802.11b — до 11 Мбит/с
Чувствительность приемника	270 Мбит/с: -68 дБм при 10% PER 130 Мбит/с: -68 дБм при 10% PER 108 Мбит/с: -68 дБм при 10% PER 54 Мбит/с: -68 дБм при 10% PER 11 Мбит/с: -85 дБм при 8% PER 6 Мбит/с: -88 дБм при 10% PER 1 Мбит/с: -90 дБм при 8% PER
Антенны	2 всенаправленных антенны по 5 дБи

## Приложение Б

### Описание настроек радиointерфейса беспроводного маршрутизатора TP-Link TL-WR841ND

Беспроводной маршрутизатор TP-Link TL-WR841ND включает в себя точку доступа Wi-Fi. Настройка точки доступа производится через web-интерфейс. Ниже описаны основные настройки и элементы управления беспроводной частью маршрутизатора. Остальные настройки не рассматриваются, т.к. не входят в область данного лабораторного практикума. Для получения более подробных сведений по настройке маршрутизатора можно обратиться к руководству пользователя на устройство.

Главное окно web-интерфейса настройки маршрутизатора (см. рисунок б.) содержит несколько областей: главное меню (слева), основное окно (в центре) и помощь (справа).

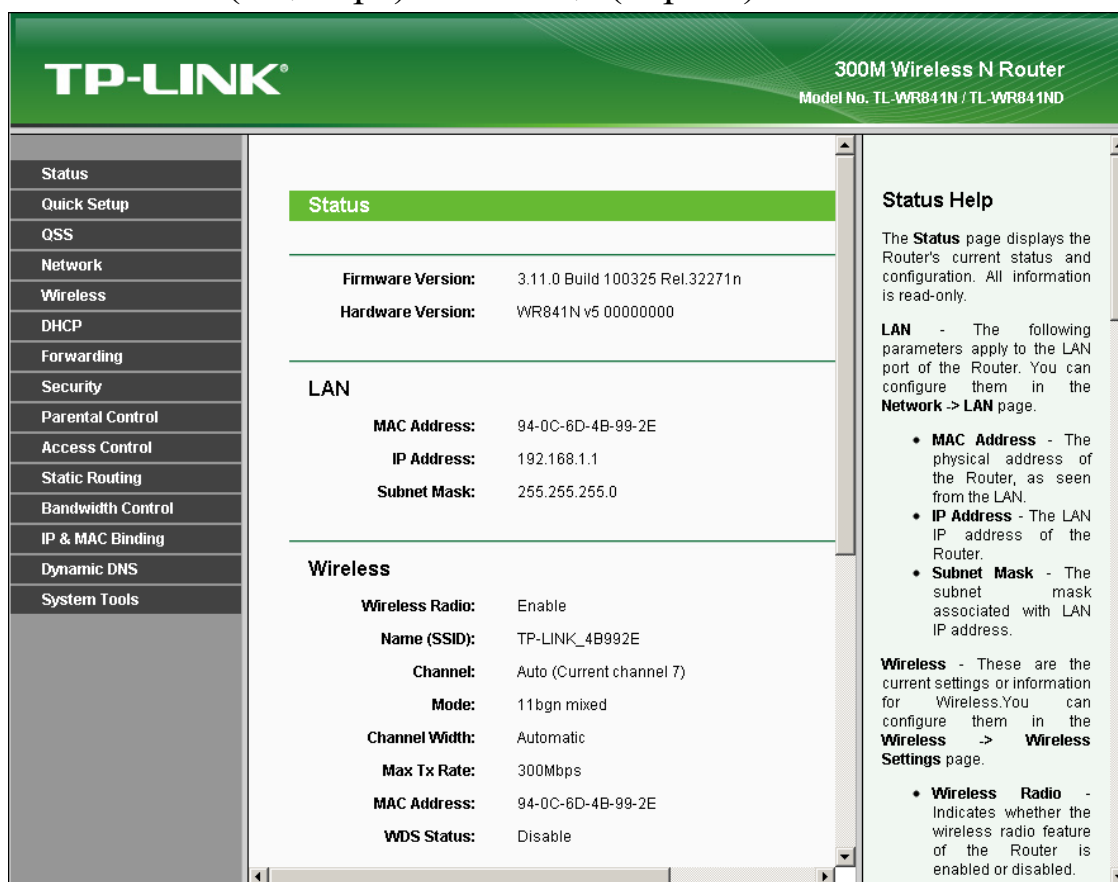


Рисунок Б.1 - Главное окно настройки маршрутизатора

Настройки точки доступа Wi-Fi расположены в меню **Wireless**. После выбора этого пункта меню открывается окно с базовыми настройками беспроводного интерфейса маршрутизатора (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.Б.2**).

**Wireless Settings**

**SSID:** TP-LINK\_4B992E

**Region:** United States

**Warning:** Ensure you select a correct country to conform local law. Incorrect settings may cause interference.

**Channel:** Auto

**Mode:** 11bgn mixed

**Channel Width:** Automatic

**Max Tx Rate:** 300Mbps

Enable Wireless Router Radio

Enable SSID Broadcast

Enable WDS

**SSID(to be bridged):**

**BSSID(to be bridged):**  Example:00-1D-0F-11-22-33

**Key type:** None

**WEP Index:** 1

**Auth type:** open

**Password:**

**Рисунок Б.2 - Базовые настройки беспроводного интерфейса маршрутизатора**

В данном окне можно указать следующие параметры настройки:

1. **SSID** (*идентификатор зоны обслуживания*). Точка доступа передает данный идентификатор в кадрах маяка, который принимают все пользовательские станции в зоне обслуживания. По SSID абонентские станции могут выбрать сеть, к которой они хотят подключиться. Именно этот идентификатор высвечивается в окне поиска доступных точек доступа при настройке абонентских станций. Другими словами он представляет собой «название» зоны обслуживания сети Wi-Fi.

2. **Region** (*регион*). В разных странах существуют ограничения по числу разрешенных радиоканалов и уровню излучаемой мощности устройств Wi-Fi. В данном поле можно выбрать страну, где сейчас работает точка доступа. При этом число разрешенных каналов и максимальный уровень мощности будут выставлены на устройстве автоматически.

3. **Channel** (*канал*). В данном поле задается номер канала, на который настроена точка доступа. В России пользователь может выбрать один из 13 стандартных каналов, указанных в спецификациях IEEE 802.11.

Канал может быть задан автоматически. При этом точка доступа просканирует диапазон на наличие других устройств Wi-Fi, работающих рядом. Для этого следует выбрать в поле режим **Auto** (*автоматическая установка канала*).

При выборе канала вручную необходимо учитывать другие точки доступа, которые работают поблизости. Для того чтобы посмотреть, какие точки доступа включены рядом, можно использовать ПО CommView for Wi-Fi или другие программные продукты (например NetStumbler или InSSIDer). При этом следует избегать установленного по умолчанию канала 6, так как именно на этом канале наиболее вероятна работа других точек доступа.



4. **Mode** (*режим работы физического уровня*). Точка доступа позволяет работать в рамках одного определенного физического уровня или их комбинации:

- a. **11b only** — только в режиме IEEE 802.11b
- b. **11g only** — только в режиме IEEE 802.11g
- c. **11n only** — только в режиме IEEE 802.11n
- d. **11bg mixed** — в режимах IEEE 802.11b и 802.11g
- e. **11bgn mixed** — в режимах IEEE 802.11b, 802.11g и IEEE 802.11n

5. **Channel Width** (*ширина радиоканала*). В поле может быть задана определенная ширина радиоканала 20 или 40 МГц, а также автоматический выбор ширины канала (*Automatic*).

6. **Max Tx Rate** (*максимальная скорость передачи на физическом уровне*). Пользователь может выбрать одну из перечисленных скоростей передачи. Следует обратить внимание, что скорость выбирается на физическом уровне. Т.е. эта скорость определяет вид множественного доступа, модуляции и кодирования, а значит и помехоустойчивость.

7. **Enable Wireless Router Radio** (*включить беспроводной интерфейс*). Включает или отключает беспроводной интерфейс маршрутизатора.

8. **Enable SSID Broadcast** (*включить широковещание SSID*). Включает или отключает передачу SSID в широковещательном режиме в кадрах маяка.

9. **Enable WDS** (*включить режим WDS*). Включает или отключает режим WDS (режим распределенной беспроводной системы — один из способов организации сети с топологией ESS). При включении данной опции в окне появляется еще несколько настроек, описанных ниже.

10. **SSID (to be bridged)** (SSID другой точки доступа в ESS-сети). Здесь указывают SSID другой точки доступа, с которой производится соединение по топологии ESS.

11. **BSSID (to be bridged)** (MAC-адрес другой точки доступа в ESS-сети).

При наличии шифрования в радиоканале между точками доступа необходимо настроить его параметры:

12. **Key type** (*тип ключа*). Можно выбрать, с помощью какого алгоритма будет производиться шифрование: WEP или WPA.

13. **WEP Index** (*индекс ключа WEP*). Задает, какой номер ключа WEP используется для шифрования.

14. **Auth type** (*тип аутентификации*). Задает тип аутентификации при использовании шифрования WEP: открытая или совместно используемыми ключами.

15. **Password** (*пароль*). В данное поле вводится ключ WEP или пароль WPA.

Для настройки шифрования и аутентификации необходимо перейти в пункт меню **Wireless -> Wireless Security**.

Wireless Security		
<input checked="" type="radio"/>	<b>Disable Security</b>	
<input type="radio"/>	<b>WEP</b>	
	Type:	Automatic
	WEP Key Format:	Hexadecimal
	<b>Key Selected</b>	<b>WEP Key</b>
	Key 1: <input checked="" type="radio"/>	<input type="text"/>
	Key 2: <input type="radio"/>	<input type="text"/>
	Key 3: <input type="radio"/>	<input type="text"/>
	Key 4: <input type="radio"/>	<input type="text"/>
		<b>Key Type</b>
		Disabled
		Disabled
		Disabled
		Disabled
<input type="radio"/>	<b>WPA/WPA2</b>	
	Version:	Automatic
	Encryption:	Automatic
	Radius Server IP:	<input type="text"/>
	Radius Port:	1812 (1-65535, 0 stands for default port 1812)
	Radius Password:	<input type="text"/>
	Group Key Update Period:	0 (in second, minimum is 30, 0 means no update)
<input type="radio"/>	<b>WPA-PSK/WPA2-PSK</b>	
	Version:	Automatic
	Encryption:	Automatic
	PSK Password:	<input type="text"/>
		(You can enter ASCII characters between 8 and 63 or Hexadecimal characters between 8 and 64.)
	Group Key Update Period:	0 (in second, minimum is 30, 0 means no update)

**Рисунок Б.3 - Окно настроек шифрования и аутентификации**

В данном окне можно указать следующие параметры настройки:

1. **Disable Security** (*отключить функции защиты*). Выбор данной опции позволяет отключить шифрование и аутентификацию в радиоканале.

2. **WEP** (*настройка защиты по технологии WEP*). Выбор данной опции позволяет включить механизм защиты WEP и настроить его параметры:

a. **Type** (*тип аутентификации*). Можно выбрать один из методов: **Open System** — *открытая*, **Shared Key** — *с помощью совместно используемых ключей*.

b. **WEP Key Format** (формат ключа шифрования). Можно выбрать, в каком формате будет введен ключ: **Hexadecimal** (*шестнадцатеричный формат*) или **ASCII** (*формат ASCII*).

c. **Key Selected** (*выбранные ключи*). В данной области можно указать сам ключ и его длину в поле **Key Type** (*64, 128 или 152 бит*). Всего может быть задано до 4 различных ключей в полях **Key 1 – Key 4**. При этом одновременно использоваться может только один ключ.

3. **WPA/WPA2** (*настройка защиты по технологии WPA/WPA2*). Выбор данной опции позволяет включить механизм защиты WPA и настроить его параметры:

a. **Version** (*версия протокола WPA*). Можно выбрать либо WPA, либо WPA2.

b. **Encryption** (*шифрование*). Можно выбрать либо TKIP, либо AES.

c. **Radius Server IP** (*IP-адрес сервера RADIUS*).

d. **Radius Server Port** (*порт сервера RADIUS*).

e. **Radius Password** (*пароль для сервера RADIUS*).

f. **Group Key Update Period** (*период обновления группового ключа*).

4. **WPA-PSK/WPA2-PSK** (*настройка защиты по технологии WPA-PSK/WPA2-PSK*). Выбор данной опции позволяет включить механизм защиты WPA и настроить его параметры:

a. **Version** (*версия протокола WPA*). Можно выбрать либо WPA-PSK, либо WPA2-PSK.

b. **Encryption** (*шифрование*). Можно выбрать либо TKIP, либо AES.

c. **PSK Password** (*пароль*).

d. **Group Key Update Period** (*период обновления группового ключа*).

Важным дополнительным средством обеспечения безопасности в беспроводной сети является фильтрация по MAC-адресам. Для настройки фильтрации перейдите в меню **Wireless -> Wireless MAC Filtering** (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.Б.4**).

**Wireless MAC Filtering**

Wireless MAC Filtering: **Disabled**

**Filtering Rules**

**Allow** the stations not specified by any enabled entries in the list to access.

**Deny** the stations not specified by any enabled entries in the list to access.

ID	MAC Address	Status	Description	Modify
1	66-44-77-88-98-52	Enabled	TP-LINK_Wireless	<a href="#">Modify</a> <a href="#">Delete</a>
2	00-00-00-00-00-11	Enabled	TP-LINK_903J	<a href="#">Modify</a> <a href="#">Delete</a>

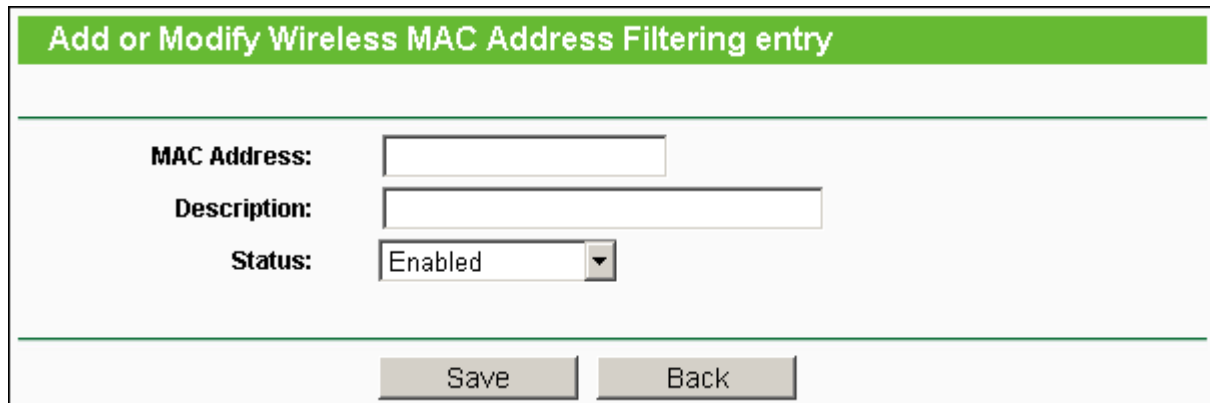
**Рисунок Б.4 - Настройка фильтрации по MAC-адресам**

Для включения фильтрации по MAC-адресам необходимо нажать на кнопку **Enable** в поле **Wireless MAC Filtering**.

Фильтр может работать в двух режимах: разрешение подключения перечисленных станций к точке доступа (**Allow**) или запрещение подключения перечисленных станций (**Deny**).

Для того чтобы добавить определенный MAC-адрес в список, необходимо нажать на кнопку **Add New...** При этом на экране по-

явится окно (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**), в котором необходимо ввести MAC-адрес станции (в поле **MAC Address**), комментарий к записи (в поле **Description**) и состояние записи (в поле **Status**).



**Add or Modify Wireless MAC Address Filtering entry**

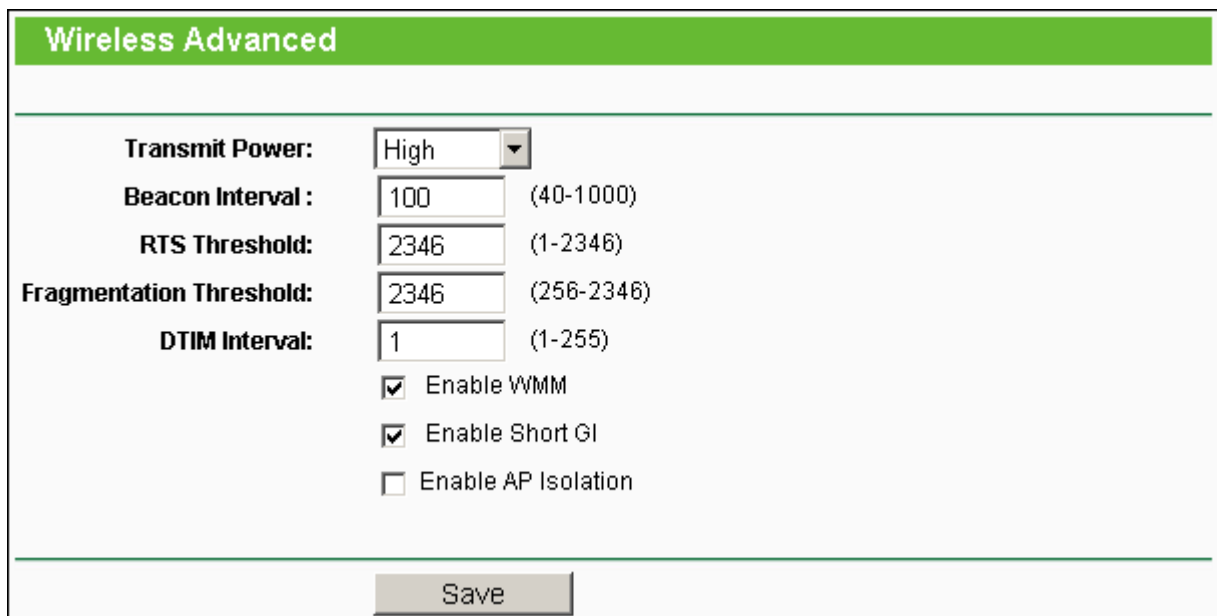
MAC Address:

Description:

Status:

**Рисунок Б.5 - Добавление фильтра по MAC-адресу**

Для настройки дополнительных параметров беспроводного интерфейса перейдите в меню **Wireless -> Wireless Advanced** (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).



**Wireless Advanced**

Transmit Power:

Beacon Interval:  (40-1000)

RTS Threshold:  (1-2346)

Fragmentation Threshold:  (256-2346)

DTIM Interval:  (1-255)

Enable WMM

Enable Short GI

Enable AP Isolation

**Рисунок Б.6 - Настройка дополнительных параметров радиоинтерфейса**

В данном окне можно указать следующие параметры настройки:

1. **Transmit Power** (*мощность излучения*). – используют для установки одной из возможных мощностей излучения. В данной точке доступа предусмотрено три градации мощности излучения: высокий, средний и низкий.

2. **Beacon Interval** (*маячковый интервал*) – номинальный период<sup>1</sup> следования кадров маяка в мс. Рекомендованное значение для этого параметра составляет 100 мс.

3. **RTS Threshold** (*длина пакета, при которой происходит активация механизма RTS/CTS*). Устанавливает минимальное значение длины кадра в байтах, для передачи которого будет использован механизм RTS/CTS.

4. **Fragmentation Threshold** (*длина фрагмента*) – значение длины пакета в байтах, при превышении которой данный пакет будет фрагментирован. По умолчанию эта длина составляет 2346 байт.

5. **DTIM Interval** (*интервал Delivery Traffic Indication Message*) – установка счетчика окон для прослушивания широковещательных и групповых сообщений в маячковых интервалах. По умолчанию для данного счетчика устанавливают значение, равное 1.

6. **Enable WMM** (*включить поддержку QoS*). Позволяет включить или отключить поддержку спецификации IEEE 802.11e, вводящей приоритеты обслуживания станций и различные типы трафика для обеспечения QoS. Данный режим необходимо использовать при передаче мультимедиа трафика.

7. **Enable Short GI** (*использовать короткий защитный интервал OFDM-символов*). Позволяет включить или отключить использование короткого защитного интервала OFDM-символов.

---

<sup>1</sup> На практике период следования кадров маяка может оказаться непостоянным. Передача кадра маяка может быть задержана, если в отведенный для этого момент среда занята передачей другого кадра. В таком случае кадр маяка будет передан по окончании передачи другого кадра.

При включении данной опции маршрутизатор будет использовать короткие защитные интервалы 400 нс вместо стандартных 800 нс. При этом повысится скорость передачи на физическом уровне, но упадет помехоустойчивость системы.

8. **Enable AP Isolation** (включить изоляцию точки доступа). Позволяет включить или отключить дополнительную функцию защиты абонентских станций. При включении данной функции абонентские станции, подключенные к одной точке доступа, не смогут получать доступ друг к другу. Этот режим может использоваться при развертывании сети в общественных местах.

Для просмотра статистики по использованию точки доступа необходимо перейти в пункт меню **Wireless -> Wireless Statistics** (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.Б.7**).

ID	MAC Address	Current Status	Received Packets	Sent Packets
1	94-0C-6D-B0-A0-F0	STA-ASSOC	193	31
2	34-02-6D-B2-31-30	WPA	194	29

**Рисунок Б.7 - Статистика использования точки доступа**



## Приложение В.

### Описание настройки абонентских станций TP-Link TL-WN951N

Настройку станций пользователя осуществляют средствами ОС Windows 7. Для настройки необходимо кликнуть левой кнопкой мыши на значке беспроводного соединения рядом с часами Windows. При этом на экране появится окно со списком беспроводных сетей, работающих рядом с данной абонентской станцией (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

Для настройки беспроводного соединения необходимо нажать на ссылку **Центр управления сетями и общим доступом**. На экране появится окно настройки сетей и подключений. Для добавления нового беспроводного подключения требуется перейти по ссылке **Настройка нового подключения или сети** и выбрать пункт **Подключение к беспроводной сети вручную** (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.2**).

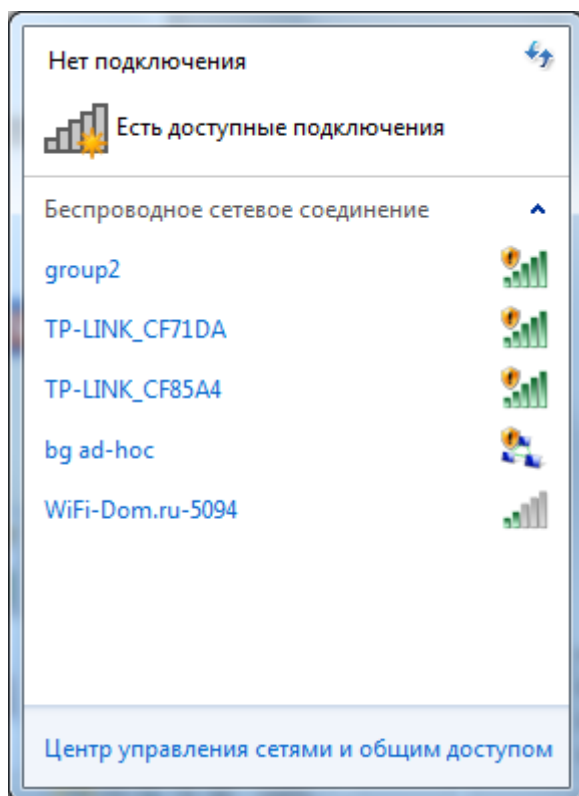


Рисунок В.1 - Окно обзора беспроводных сетей

В открывшемся окне можно указать следующие параметры соединения (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.В.3**):

1. **Имя сети (SSID)**. Имя беспроводной сети, к которой будет производиться подключение. При работе в сети BSS имя должно совпадать с именем, заданным на точке доступа. При организации сети Ad-hoc (см. работу **Ошибка! Источник ссылки не найден.**) имя должно быть одинаковым для всех абонентских станций, объединяемых в сеть.

2. **Тип безопасности**. При выборе режима шифрования WEP или WPA-PSK необходимо ввести ключ сети.

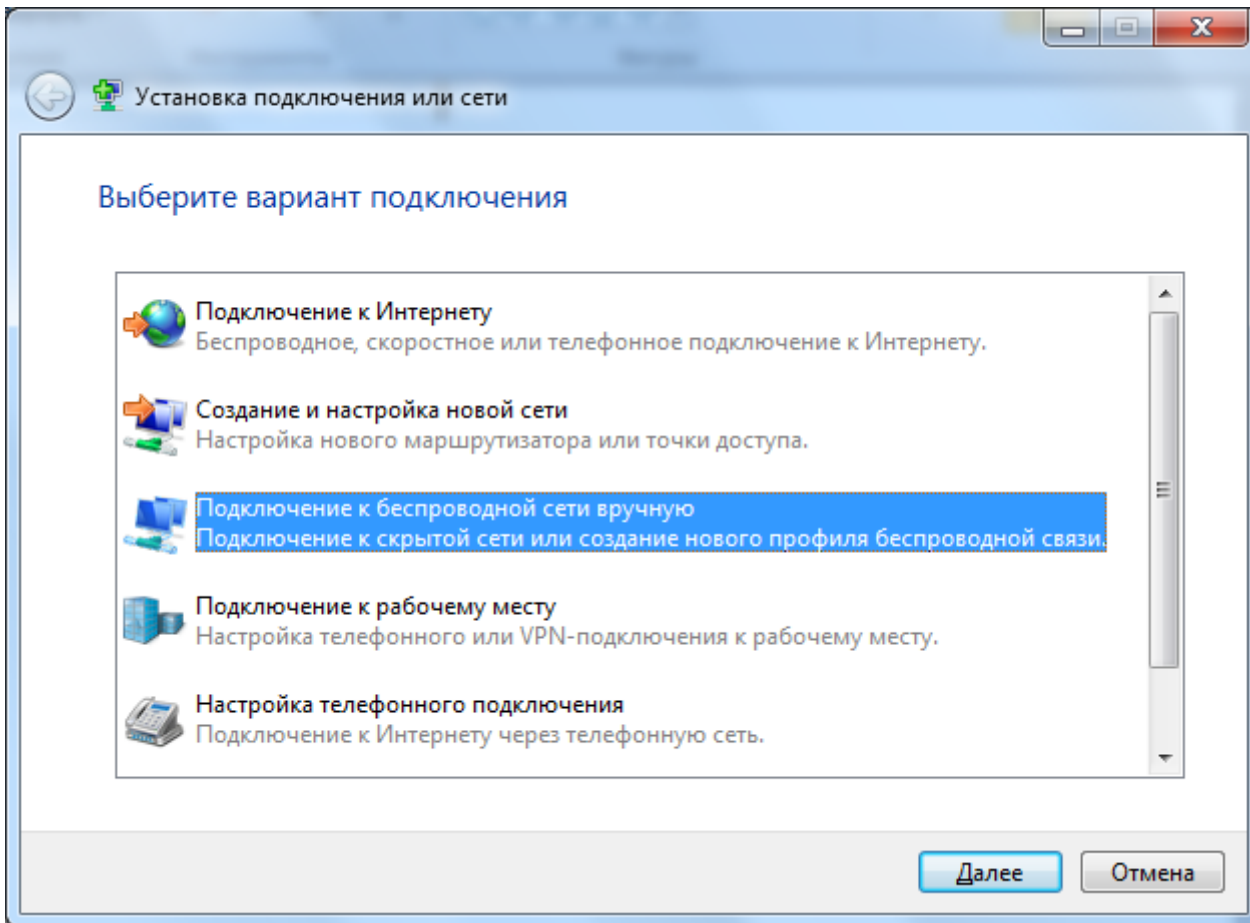
3. **Тип шифрования**.

4. **Запускать это подключение автоматически** – настройка позволяет автоматически подключаться к беспроводной сети, при обнаружении ее в радиусе работы адаптера ПК.

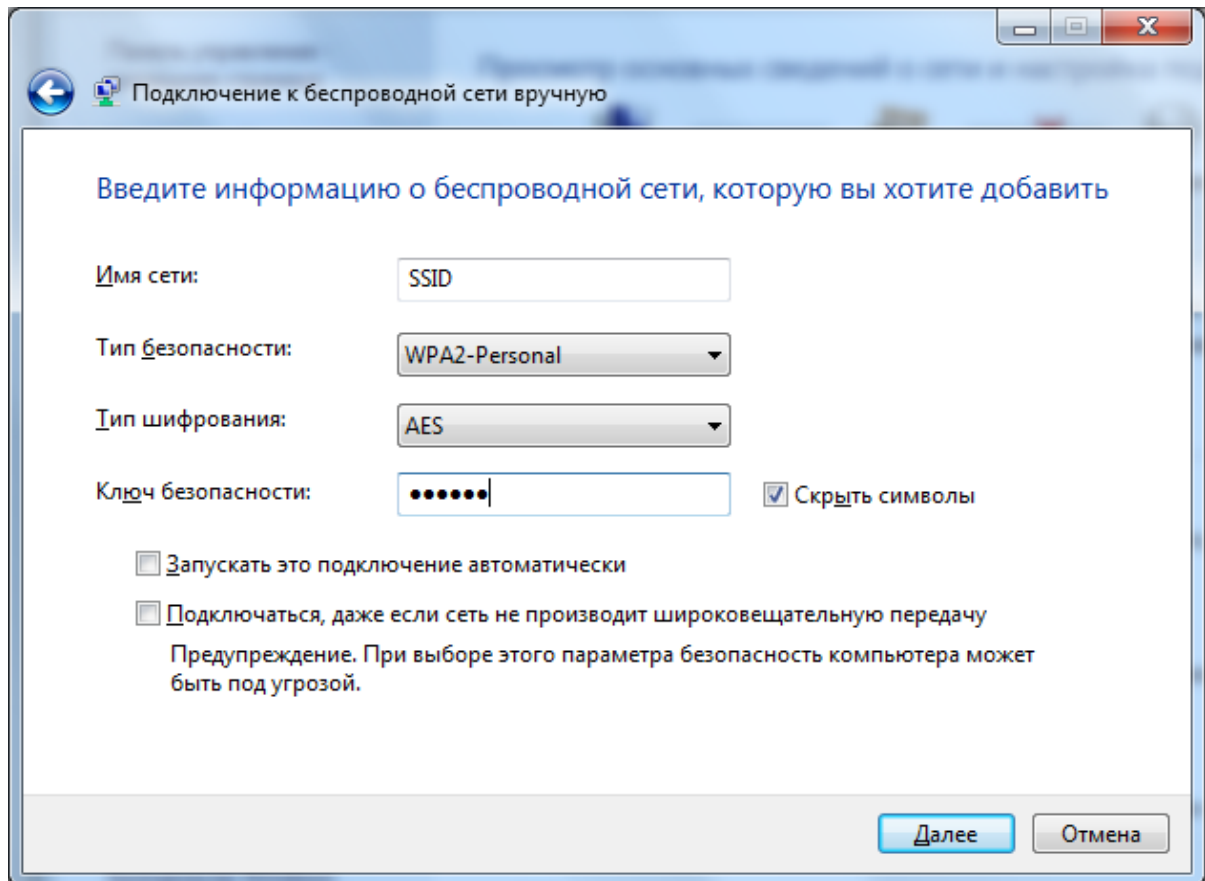
5. **Подключаться, даже если сеть не производит широковещательную передачу** -

После заполнения настроек, требуется нажать кнопку **Далее**. Управление созданными сетями осуществляется в разделе **Панель управления\Сеть и Интернет\Управление беспроводными сетями**.

Для создания одноранговой сети типа ad-hoc при создании нового подключения требуется выбрать раздел **Настройка беспроводной сети компьютер-компьютер**.



**Рисунок В.2 - Окно создания подключения или сети**



**Рисунок В.3 - Создание профиля беспроводной сети**

### Контрольные вопросы

1. Какое отличие между стандартом IEEE 802.11a и стандартом IEEE 802.11b?
2. Каково значение максимальной скорости в стандарте IEEE 802.11b?
3. Какие методы многостанционного доступа используются в сети Wi-Fi?

В каком частотном диапазоне функционируют сети wireless LAN.

## **Лабораторная работа № 2**

### **«Построение локальной беспроводной сети на основе стандарта IEEE 802.11b/g (WiFi)»**

1 Цель работы: построение беспроводной локальной сети WiFi с использованием программного пакета Cisco Packet Tracer; настройка сети, оценка пакетного трафика сети.

#### 2 Теоретические сведения

Разработкой и поддержкой стандарта 802.11 занимается комитет Wi-Fi Alliance. Термин Wi-Fi (Wireless Fidelity) используется в качестве общего имени для стандарта 802.11, а также всех последующих спецификаций, относящихся к беспроводным локальным сетям (wireless LAN).

Стандарт IEEE 802.11. активно развивается и включает в себя множество спецификаций. Стандарт 802.11a рассчитан на работу в частотном диапазоне 5 ГГц. Скорость передачи данных до 54 Мбит/с, то есть примерно в пять раз быстрее сетей 802.11b. Это наиболее широкополосный стандарт из семейства. К его недостаткам относят большую потребляемую мощность радиопередатчиков для частот 5 ГГц, а также меньший радиус действия (100 м). Стандарт 802.11b благодаря ориентации на диапазон 2,4 ГГц завоевал наибольшую популярность у производителей оборудования. В качестве базовой радиотехнологии в нем используется метод расширенного спектра прямого распространения DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), который отличается высокой устойчивостью к искажению данных, помехам, в том числе преднамеренным, а также к обнаружению. Поскольку оборудование 802.11b, работающее на максимальной скорости 11 Мбит/с, имеет меньший радиус действия, чем на более низких скоростях, то им предусмотрено автоматическое понижение скорости при ухудшении качества сигнала. Пропускная способность (теоретическая 11 Мбит/с, реальная – от 1

до 6 Мбит/с) отвечает требованиям большинства приложений. Расстояния – до 300 м, но на практике – до 160 м.

Спецификация 802.11d устанавливает универсальные требования к физическому уровню (процедуры формирования каналов, псевдослучайные последовательности частот и т.д.). Спецификация 802.11e позволит создавать мультисервисные беспроводные сети для корпораций и индивидуальных потребителей. При сохранении полной совместимости с действующими стандартами 802.11a и 802.11b она расширяет их функциональность за счет обслуживания потоковых мультимедиа-данных и гарантированного качества услуг. Спецификация 802.11f описывает протокол обмена служебной информацией между точками доступа IAPP (*Inter-Access Point Protocol*). Спецификация 802.11h предусматривает возможность дополнения действующих спецификаций алгоритмами эффективного выбора частот для офисных и уличных беспроводных сетей, а также средствами управления использованием спектра, контроля излучаемой мощности и генерации соответствующих отчетов.

Стандарт 802.11g является стандартом, регламентирующим метод построения wireless LAN, функционирующих в не лицензируемом частотном диапазоне 2,4 ГГц. Максимальная скорость передачи данных в беспроводных сетях 802.11g составляет 54 Мбит/с. Оборудование, поддерживающее этот стандарт, обеспечивает одновременное подключение к сети устройств стандартов 802.11g и 802.11b, поскольку он представляет собой развитие последнего и обратно совместим с ним. В числе преимуществ 802.11g отмечается низкая потребляемая мощность, большие расстояния (до 300 м) и высокая проникающая способность сигнала.

Существует несколько технологий беспроводных сетей, использующих как *радио-*, так и *инфракрасные волны*. Основное преимущество таких сетей – возможность объединения разного оборудования.

Беспроводные сети могут иметь две логические топологии:

- Точка - точка доступа (Infrastructure) - звездообразная -

применяется в устройствах стандарта *802.11 b/g* и *RadioLAN*. Здесь точка доступа (узловой передатчик) играет роль концентратора, поскольку все компьютеры соединяются через нее, а не взаимодействуют друг с другом напрямую. При такой топологии несколько сетевых адаптеров могут быть объединены одной точкой доступа, либо несколько точек доступа соединены с одной точкой доступа. Этот режим применяется для создания локальной беспроводной сети из нескольких пользователей, для соединения этой сети с проводной сетью (например, для выхода в Интернет), для соединения между собой нескольких проводных сетей.

– Точка - точка (Ad-hoc). Два сетевых адаптера либо две точки доступа соединяются между собой. Метод применяется для непосредственного соединения двух компьютеров либо при организации радио-моста между двумя проводными сетями. Эта топология используется в устройствах HomeRF (*Home Radio Frequently – домашний радиодиапазон*) и применяется в устройствах Bluetooth. Такие устройства напрямую соединяются друг с другом и не требуют никаких узловых передатчиков или других устройств, подобных концентратору, для взаимодействия друг с другом.

Таким образом, оборудование беспроводных сетей включает в себя узловые передатчики (точки беспроводного доступа Access Point) и беспроводные адаптеры для каждого абонента. Точки доступа выполняют роль концентраторов, обеспечивающих связь между абонентами и между собой, а также функцию мостов, осуществляющих связь с кабельной локальной сетью и с Интернет. Несколько близкорасположенных точек доступа образуют зону доступа Wi-Fi (*Hotspot*), в пределах которой все абоненты, снабженные беспроводными адаптерами, получают доступ к сети.

Метод доступа к такой сети – множественный доступ с предотвращением коллизий CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*). Сеть строится по сотовому принципу. В сети предусмотрен механизм роуминга, то есть поддерживается автоматическое подключение к точке доступа и переключение



между точками доступа при перемещении абонентов, хотя строгих правил роуминга стандарт не устанавливает.

Стандарт **IEEE 802.11** предусматривает, что все беспроводные сети (wireless LAN) должны предоставлять девять типов сервисов (услуг). Их можно разделить на две категории: *сервисы распределения* (пять из девяти) и *станционные* (четыре сервиса).

*Сервисы распределения* связаны с управлением станциями, находящимися в данной соте, и взаимодействием с внешними станциями.

*Станционные сервисы* имеют отношение к управлению активностью внутри одной соты.

*Пять сервисов распределения* предоставляются базовой станцией и имеют дело с мобильностью станций при их входе в соту или выходе из нее:

- *Ассоциация*. Используется мобильными станциями для подключения к базовым станциям (БС). Мобильная станция передает идентификационную информацию и сообщает о своих возможностях (поддерживаемой скорости передачи данных, необходимости *PCF*-услуг, или опроса) и требованиях по управлению электропитанием. Базовая станция может принять или отвергнуть мобильную станцию. Если последняя принята, она должна пройти идентификацию.

- *Дизассоциация*. По инициативе мобильной или базовой станции может быть произведена дизассоциация, то есть разрыв отношений. Это требуется при выключении станции или ее уходе из зоны действия БС. Впрочем, базовая станция также может быть инициатором дизассоциации, если, например, она временно выключается для проведения технического обслуживания.

- *Реассоциация*. С помощью этого сервиса станция может сменить БС. Очевидно, данная услуга используется при перемещении станции из одной соты в другую. Если она проходит корректно и без сбоев, то при переходе никакие данные не теряются.

- *Распределение*. С помощью этой услуги определяется

маршрутизация кадров (единицы данных, которыми обмениваются компьютеры в сети Ethernet), посылаемых базовой станцией. Если адрес назначения является локальным с точки зрения БС, то кадры следуют просто напрямую (передаются в эфире). В противном случае их необходимо пересылать по проводной сети.

- *Интеграция.* Если кадру нужно пройти через сеть, не подчиняющуюся стандарту 802.11 и использующую другую схему адресации и/или формат кадра, то на помощь приходит данный сервис. Он реализует трансляцию форматов.

Оставшиеся четыре сервиса — это внутренние услуги соты. Они предоставляются после прохождения ассоциации. Ниже перечислены стационарные сервисы:

- *Идентификация.* Поскольку беспроводные коммуникации подразумевают очень легкое подключение к сети и возможность приема/отправки данных любыми станциями, попавшими в зону действия БС, то возникает необходимость идентификации. Только после идентификации станции разрешается обмен данными. После принятия мобильной станции в ряды текущих абонентов соты базовая станция посылает специальный кадр запроса, позволяющий понять, знает ли станция присвоенный ей секретный ключ (пароль). Подтверждение осуществляется путем шифрования кадра запроса и отсылки его назад базовой станции. Если шифрование выполнено корректно, мобильная станция получает нормальные права доступа к сети.

- *Деидентификация.* Если станция, работавшая в сети, покидает ее, она должна произвести деидентификацию. После выполнения данного сервиса она больше не сможет использовать ячейку.

- *Конфиденциальность.* Чтобы сохранить передаваемые по сети данные, их необходимо шифровать. Данный сервис осуществляет операции по шифрации и дешифрации информации. Применяется алгоритм *RC4*, изобретенный Рональдом Ривестом (*Ronald Rivest*).

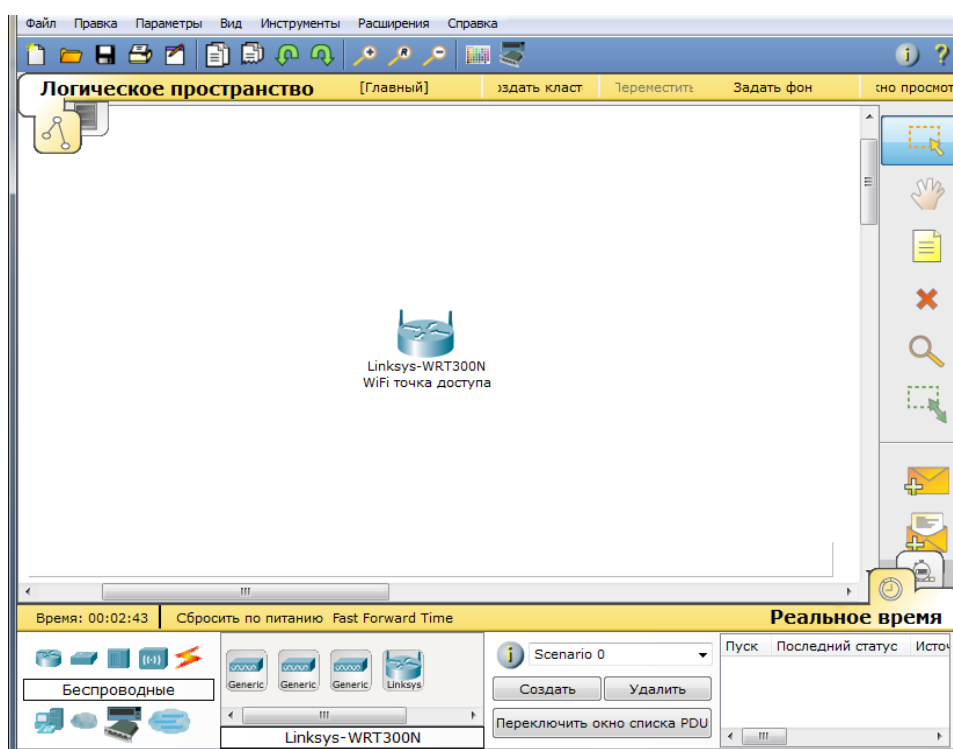
- *Доставка данных.* Именно этот сервис является ключе-

вым во всей работе сети, поскольку **стандарт 802.11** существует для обмена данными.

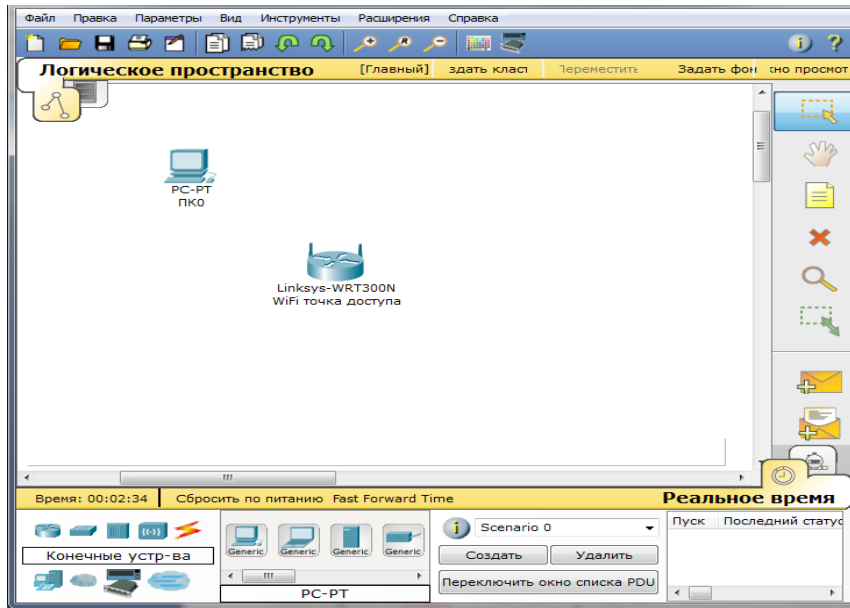
### 3 Лабораторное задание

3.1 Построить беспроводную сеть Wi-Fi с топологией «Звезда», состоящую из точки доступа и 4-х абонентских устройств, для чего:

- в центр поля программы «Логическое пространство» переместить из поля устройств, размещенном в нижней левой области окна программы, иконку беспроводного маршрутизатора и переименовать его WiFi точка доступа;



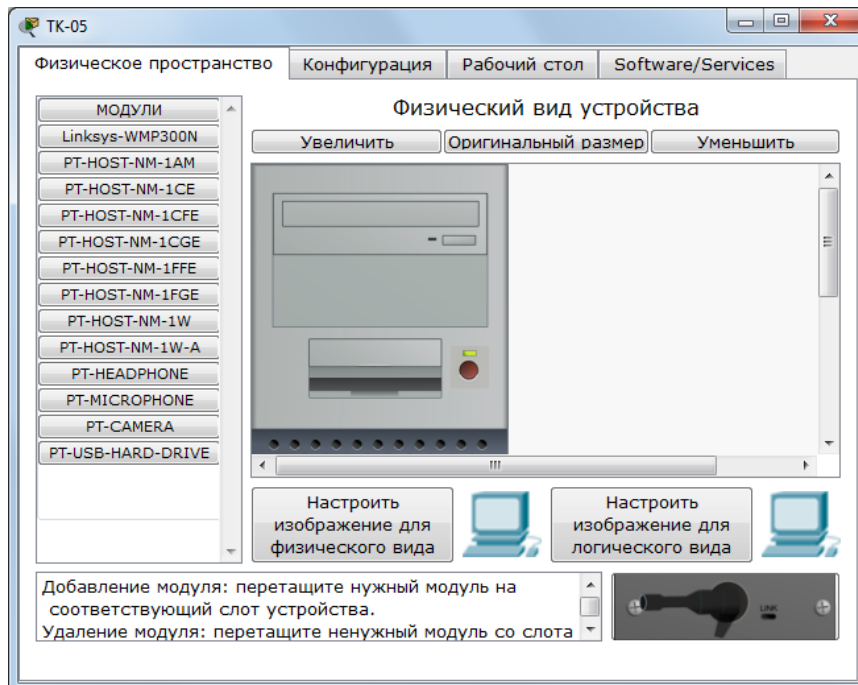
- на поле программы «Логическое пространство» переместить из поля устройств 4 иконки компьютеров;



- переименовать компьютеры ТК-01...04 соответственно.

Провести физическую настройку элементов сети (компьютеров и WiFi-точки доступа), для чего необходимо:

а) двойным щелчком по иконке компьютера, в диалоговом окне открыть вкладку «Физическое пространство» компьютера.



Во вкладке необходимо:

- нажать кнопку для выключения компьютера, снять с него стандартное оборудование (порт Ethernet) и установить вместо него

модуль Linksys-WMP300N (иконка модуля по умолчанию находится в нижнем правом углу вкладки);

- после замены включить компьютер;

б) проделать аналогичные процедуры с оставшимися компьютерами.

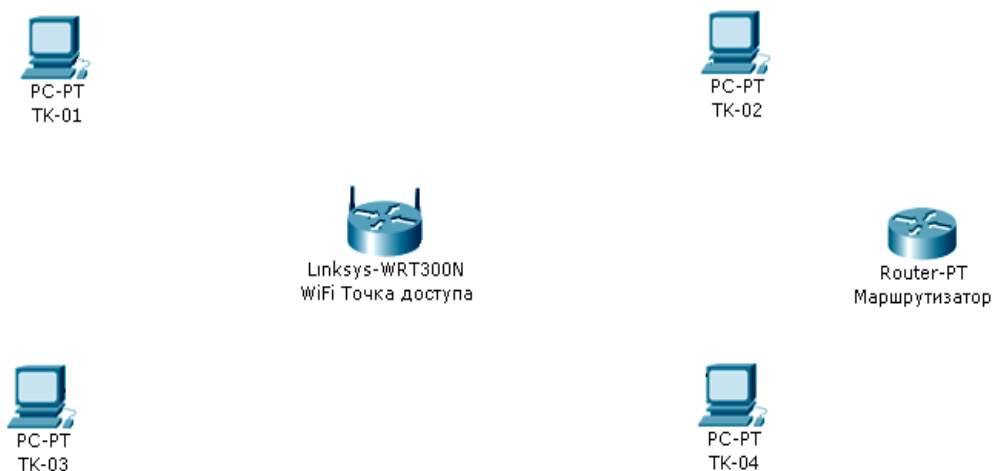
В результате на поле программы «Логическое пространство» получим сеть следующего вида:



3.2 В сформированную сеть добавить:

– маршрутизатор (Router Generic);

для чего на поле программы, аналогично п.п. 3.1, перетащить иконки соответствующего элемента сети.



3.3 Осуществить соединение WiFi точки доступа с маршрутизатором и последующим выходом в интернет.

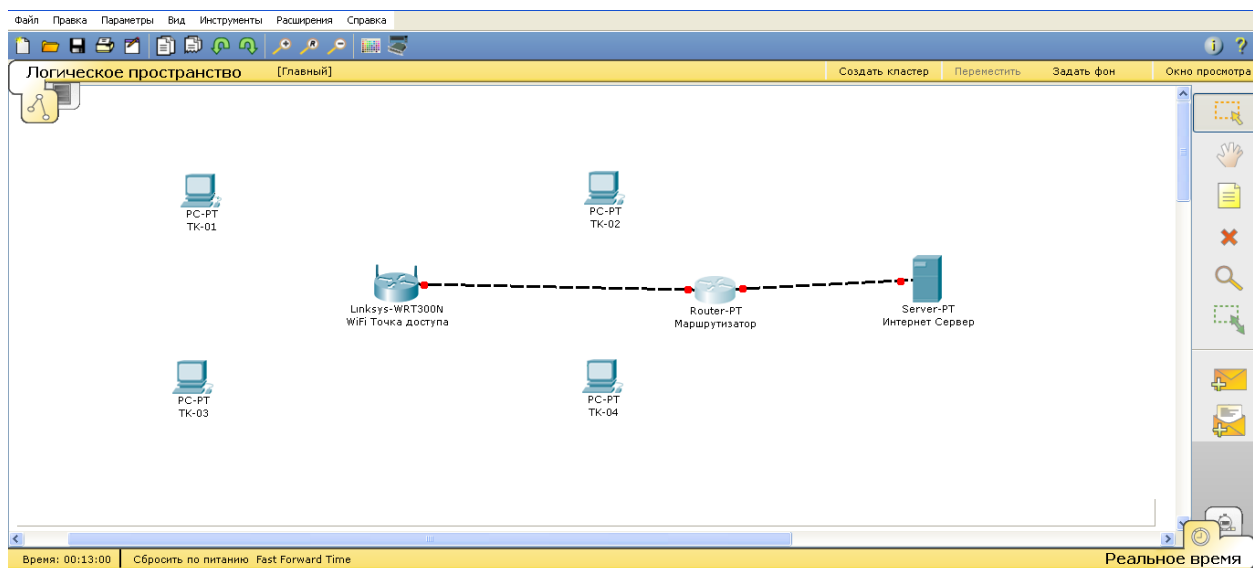
Для организации проводного соединения точки доступа и роутера необходимо провести физическую настройку маршрутизатора для чего:

- выключив питание маршрутизатора, установить 2 порта Fastethernet, перетащив модули PT-Router-NM-1CFE на соответствующий слот устройства;
- включить питание устройства.

Далее соединить WiFi точку доступа и роутер кабелем. Для этого в поле устройств, нажав на иконку ⚡, выбрать автоматический тип соединения и соединить вышеуказанные устройства.

После выставить на поле программы сервер и переименовать его «Интернет сервер». Провести процедуру замены порта на FastEthernet. Аналогично, описанной выше методике, соединить сервер с маршрутизатором.

В результате должна получиться сеть следующего вида:

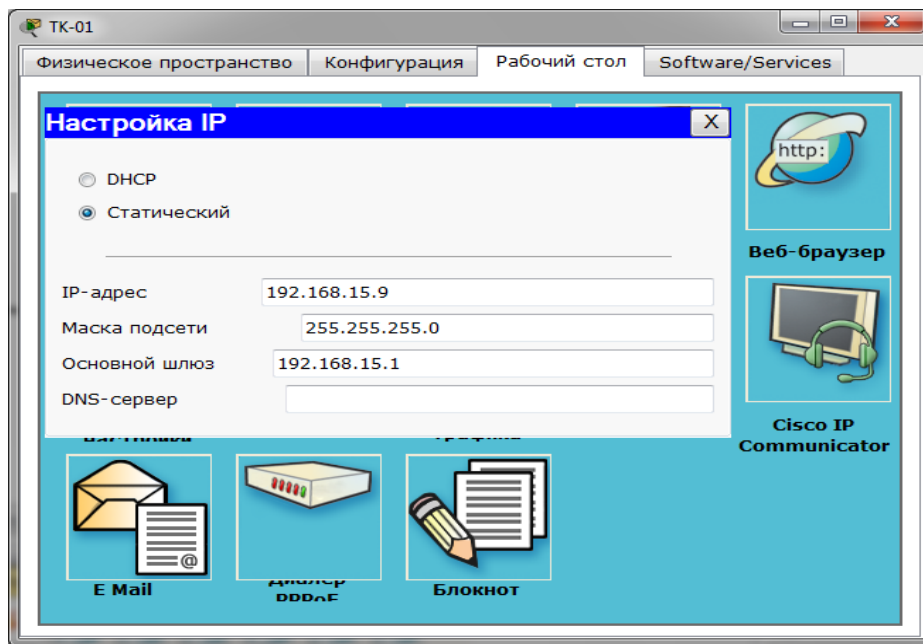


### 3.4 Провести настройку IP адресации.

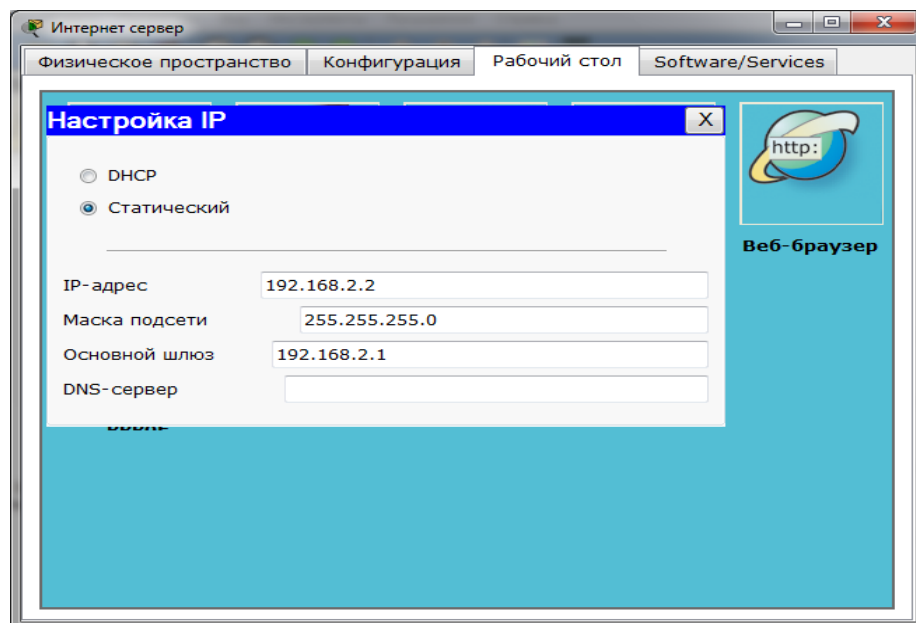
Необходимо присвоить статические IP адреса всем компьютерам. Для чего:

- щелкнуть кнопкой мыши на компьютер;
- перейти во вкладку «Рабочий стол»;
- назначить статический IP адрес;

- IP адрес задать в формате 192.168.15.9 (сеть делается с шагом 8).



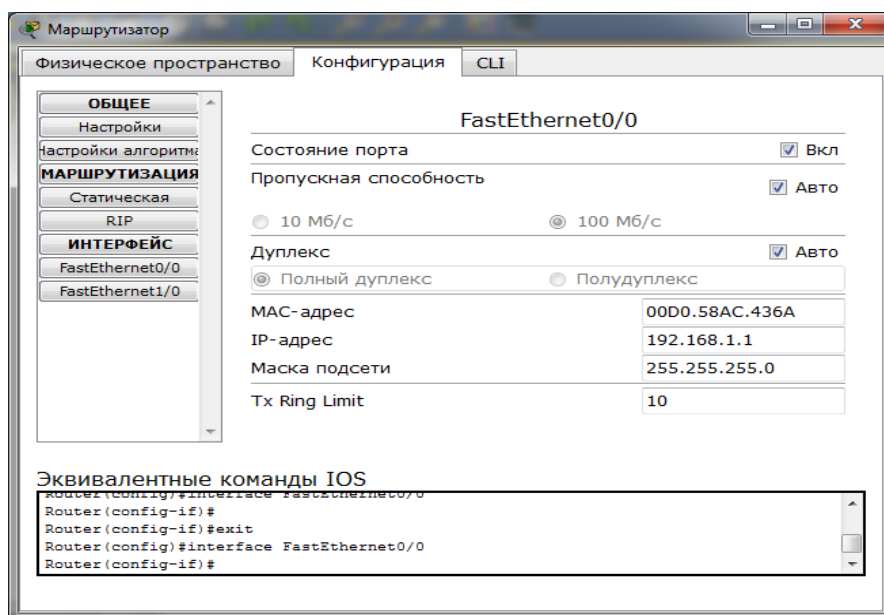
Так же задать IP адрес сервера



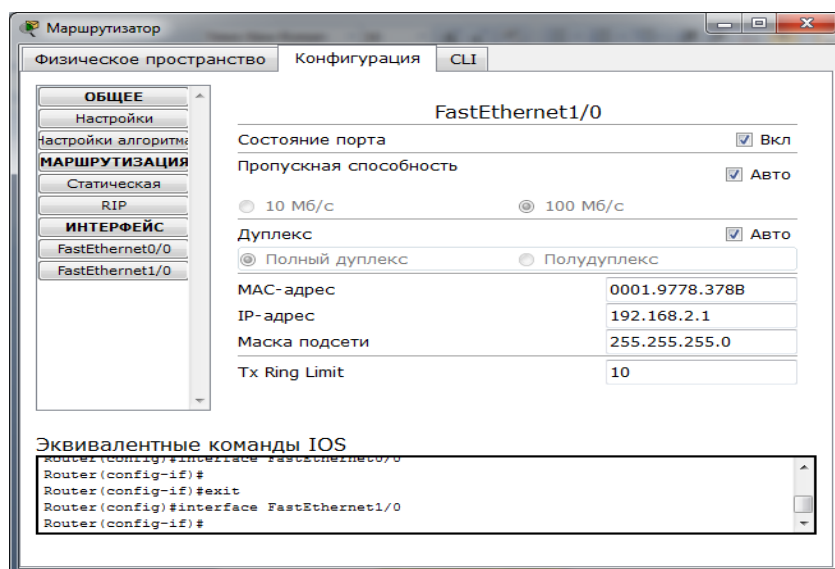
Задать IP адреса портов на портах маршрутизатора:

- щелкнуть кнопкой мыши на маршрутизатор;
- перейти во вкладку «Конфигурация»;
- выбрать порт FastEthernet 0/0;
- назначить статический IP и включить порт.

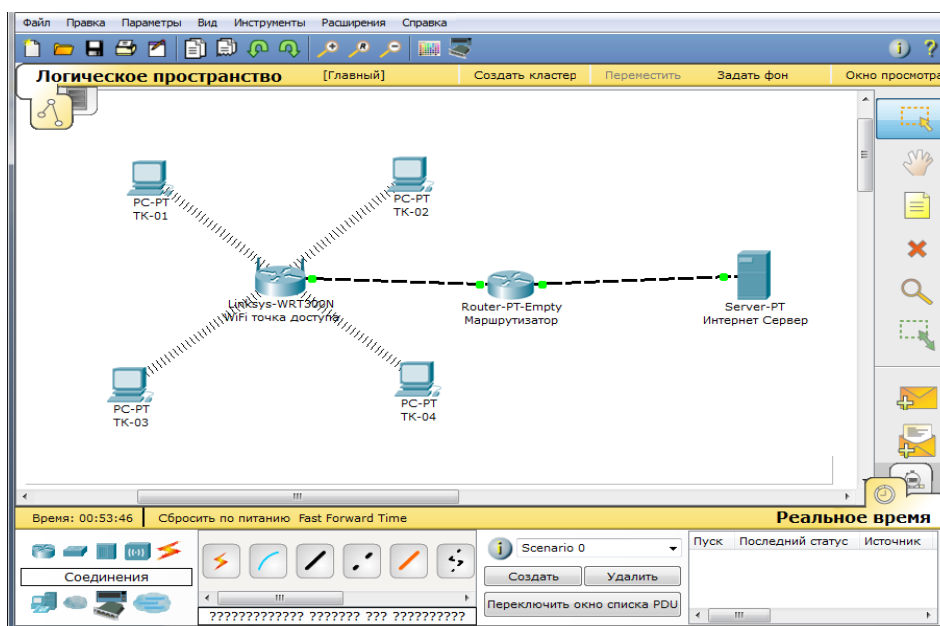




- выбирать порт FastEthernet 1/0 и назначить статический IP-адрес. Включить порт.



В результате в поле программы «Логическое пространство» получим сеть следующего вида:



3.5 Убедившись, что все порты включены, IP адреса настроены верно, проверить работоспособность сети.

1 вариант:

- достижимость ТК -01 – ТК -03;
- достижимость маршрутизатор – интернет сервер.

2 вариант:


- достижимость ТК-02 – ТК-04
- достижимость WiFi точка доступа – маршрутизатор

3 вариант:





- достижимость ТК-03 – ТК-02
- достижимость интернет сервер- маршрутизатор

4 вариант:

- достижимость ТК 04 – ТК-01
- достижимость ТК-03 – ТК-04

Для проверки необходимо в правой области окна программы выбрать иконку  и щелкнуть на необходимые элементы сети в соответствующей последовательности.

Результаты отобразить в виде таблицы, находящейся в нижней правой области программы.

Пуск	Последний статус	Источник	Назначение	Тип	Цвет	Время (сек)
	Успешно	ТК-01	ТК-02	ICMP		0.000
	Успешно	ТК-01	ТК-02	ICMP		0.000

## Содержание отчета

- 1 Титульный лист с названием лабораторной работы, номером варианта, фамилиями студентов и группы.
- 2 Цель работы и задание на лабораторную работу.
- 3 Результаты, полученные в п.п. 1-5 задания на лабораторную работу.
- 4 Выводы по полученным результатам.

## Контрольные вопросы

- 1 Что такое беспроводная локальная сеть (WLAN)? Каковы преимущества использования WLAN вместо проводной локальной сети?
- 2 Что такое точка доступа? Сколько пользователей одновременно поддерживает одна точка доступа и почему?
- 3 Какие алгоритмы шифрования используются в стандарте IEEE 802.11. Какой алгоритм шифрования данных в локальной сети является обязательным для стандарта IEEE 802.11
- 4 Для чего использует модифицированный протокол Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA),
- 5 В чем заключается технология расширения спектра методом прямой последовательности (DSSS).
- 6 В чем заключается технология расширения спектра методом скачкообразной перестройки частоты (FHSS)
- 7 Особенности локальной сети, построенной по топологии Ad Hoc, IBSS (Independent Basic Service Set) или режим Peer to Peer.
- 8 Особенности локальной сети, построенной по топологии BSS (Basic Service Set)
- 9 Особенности локальной сети, построенной по топологии ESS (Extended Service Set)