

УДК 621.3.095

Составитель А.Е.Севрюков

Рецензент

Доктор физико-математических наук, профессор *А.А. Гуламов*

Конфигурирование и настройка сети Wi-Fi с топологией IBSS (Ad-hoc): методические указания по выполнению лабораторной работы № 1 по курсу «Стандарты и оборудование систем мобильной связи» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.Е.Севрюков. Курск, 2018. 12 с.

Содержат методические указания по выполнению лабораторной работы № 1 «Конфигурирование и настройка сети Wi-Fi с топологией IBSS (Ad-hoc)» по курсу «Стандарты и оборудование систем мобильной связи».

Методические указания соответствуют требованиям типовой программы, утвержденной УМО по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, и рабочей программы дисциплины «Стандарты и оборудование систем мобильной связи».

Предназначены для студентов направления подготовки 11.03.02 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.02 Формат 60x841/16.

Усл. печ. л. 0,69. Уч.-изд. л.0,63. Тираж 100 экз. Заказ 1921 . Бесплатно

Юго-Западный государственный университет,

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Оглавление

1	Цель работы.....	4
2	Краткая информация о топологии IBSS (Ad-hoc).....	4
3	Лабораторное задание	4
4	Указания к выполнению работы.....	5
4.1	Развертывание сети с топологией IBSS (Ad-hoc)	6
4.2	Измерение пропускной способности сети	7
4.3	Оценка влияния числа станций на пропускную способность сети.....	7
5	Содержание отчета	8
	Приложение А_Характеристики оборудования.....	9
	Приложение Б Описание настройки абонентских станций TP-Link TL-WN951N.....	10

1 Цель работы

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

2 Краткая информация о топологии IBSS (Ad-hoc)

Топология Independent Basic Service Set – (IBSS) беспроводной локальной сети является простой одноранговой сетью, состоящей только из абонентских станций Wi-Fi. При использовании такой топологии все пользовательские станции общаются между собой напрямую.

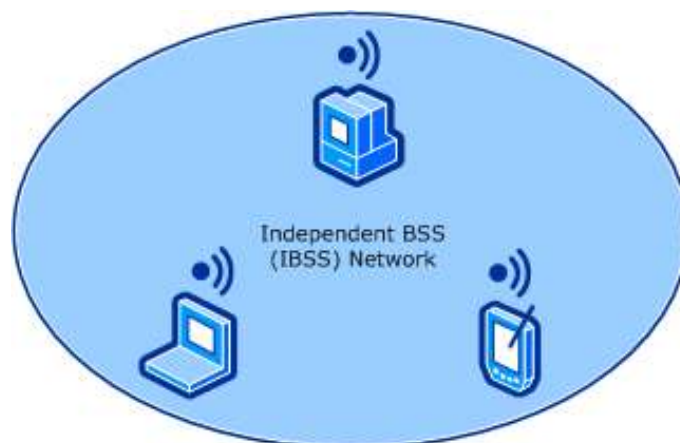


Рисунок 1 - Топология Ad-hoc

3 Практическое задание

Пользуясь приведенным ниже описанием настройки станций пользователя:

1. Развернуть сеть Wi-Fi с топологией Ad-hoc с заданными пре-подавателем характеристиками.
2. Измерить среднюю пропускную способность сети.

- 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 IBSS (Ad-hoc). Все исследования будут проводиться в этой сети.

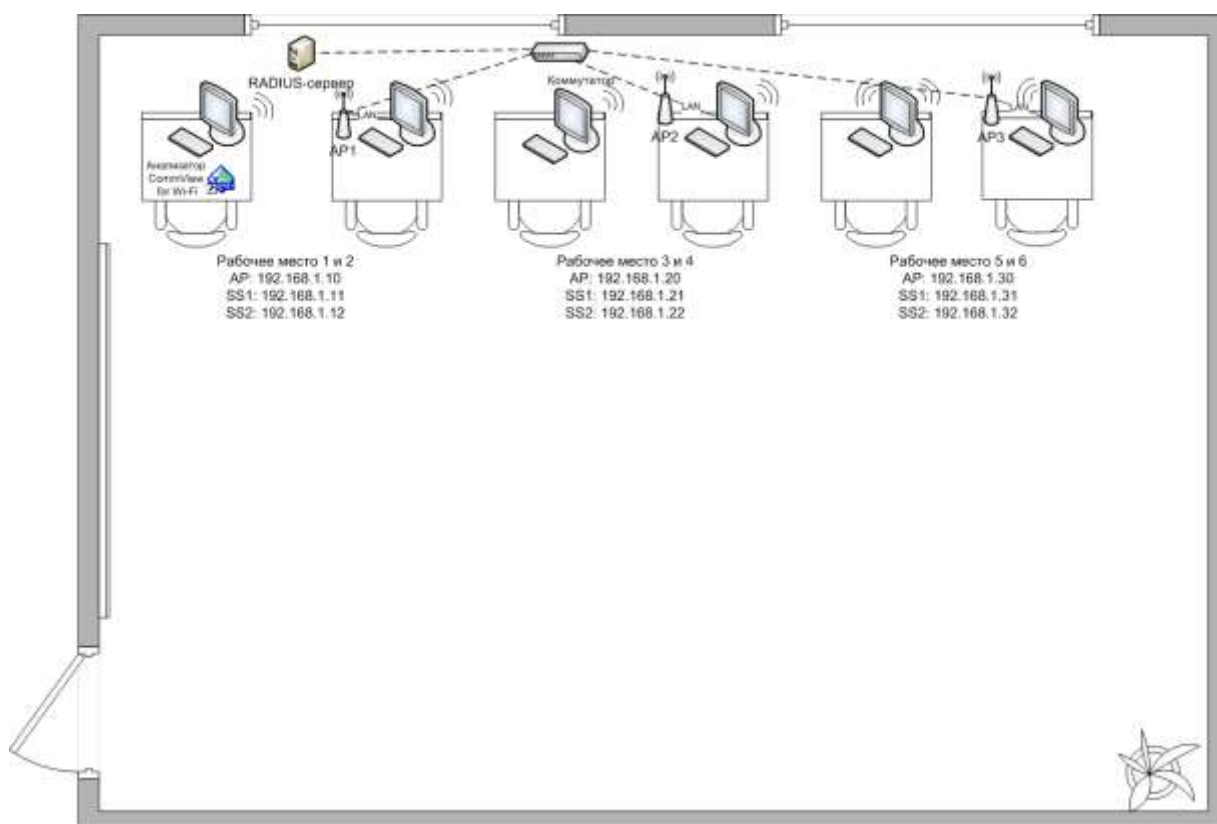


Рисунок 2 - Схема лабораторного помещения:

4.1 Развертывание сети с топологией IBSS (Ad-hoc)

Для создания беспроводной сети с топологией IBSS (Ad-hoc) необходимо настроить абонентские станции. Настройка абонентских станций производится с помощью средств ОС.

Каждая бригада настраивает сеть со следующими параметрами:

Таблица 1 – Параметры сети

Параметр настройки	Задание для бригады		
	1	2	3
SSID	group1	group2	group3
Канал	2	4	8
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

1. Настройте IP-адреса и маски подсетей на абонентских станциях в соответствии с заданием для вашей бригады. Настройка должна производиться для беспроводного соединения.
2. Кликните правой кнопкой мыши на значке беспроводного соединения и выберите пункт **Центр управления сетями и общим доступом**.
3. В области **Изменение сетевых параметров** выбрать раздел **Настройка нового подключения или сети**.
4. В открывшемся окне выбрать **Настройку беспроводной сети компьютер-компьютер**.
5. В открывшемся окне нажмите **Далее**.
6. Введите **Имя сети (SSID)** вашей бригады, отключите проверку подлинности и шифрование данных. В нижней части экрана поставьте отметку в поле **Сохранить параметры этой сети**. Нажмите на кнопку **Далее**. Мастер настройки автоматически произведет настройку сети.
7. Кликните левой кнопкой мыши на значке беспроводного соединения рядом с часами. В открывшемся окне выберите сеть с SSID вашей бригады и нажмите на кнопку **подключить**. Должно быть установлено соединение.

8. 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 второй абонентской станции вашей бригады.

4.2 Измерение пропускной способности сети

Пропускная способность сети Wi-Fi с топологией IBSS (Ad-hoc) 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.

4.3 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 бригад 2, 3 и 4 ad-hoc сети бригады 1. Таким образом, все 8 абонентских станций будут подключены к одной ad-hoc сети.
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 192.168.1.21 на 192.168.1.22.
5. Параллельно начните передачу большого файла (рекомендуемый объем ~200 Мбайт) с абонентской станции 192.168.1.31 на 192.168.1.32.
6. Наблюдайте скорость приема/передачи информации на каждой станции.

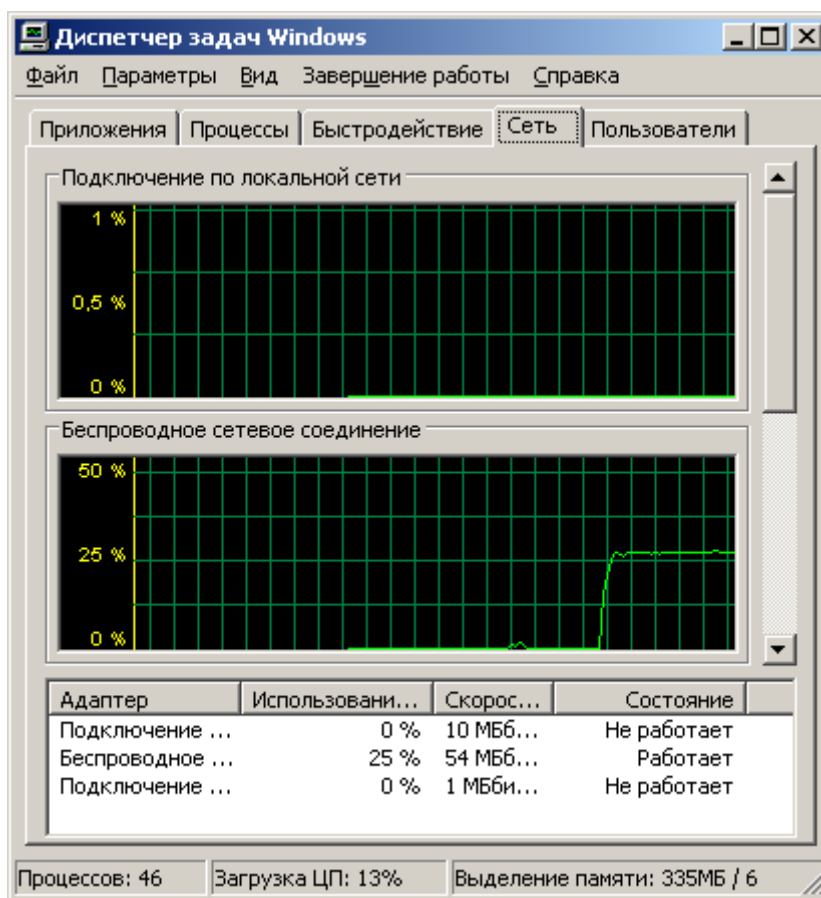


Рис.2 - Закладка Сеть в Диспетчере задач Windows

5 Содержание отчета

1. Структурная схема исследуемой сети.
2. Графики изменения реальной скорости передачи от времени.
3. Выводы на основе графиков изменения реальной скорости передачи от времени.

Приложение А.

Характеристики оборудования

В качестве абонентских станций используются ПК с установленными беспроводными сетевыми платами TP-Link TL-WN951N. Характеристики указанного оборудования представлены в приведенных ниже таблицах.

Таблица А1 - 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

Приложение Б

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**).

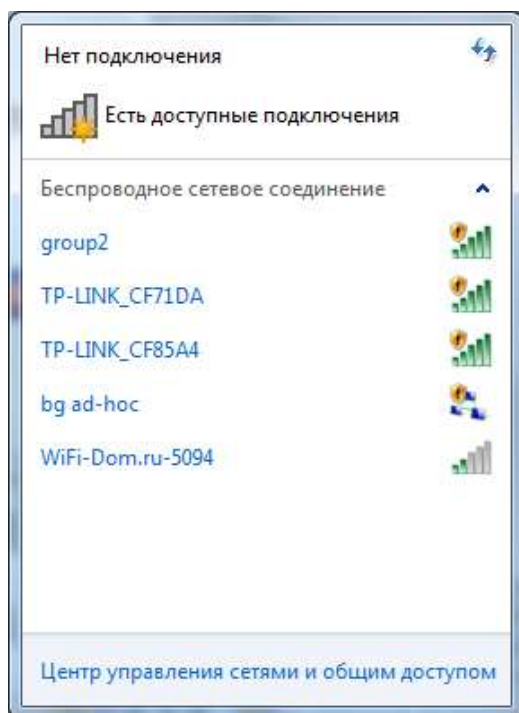


Рисунок Б.1 - Окно обзора беспроводных сетей

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

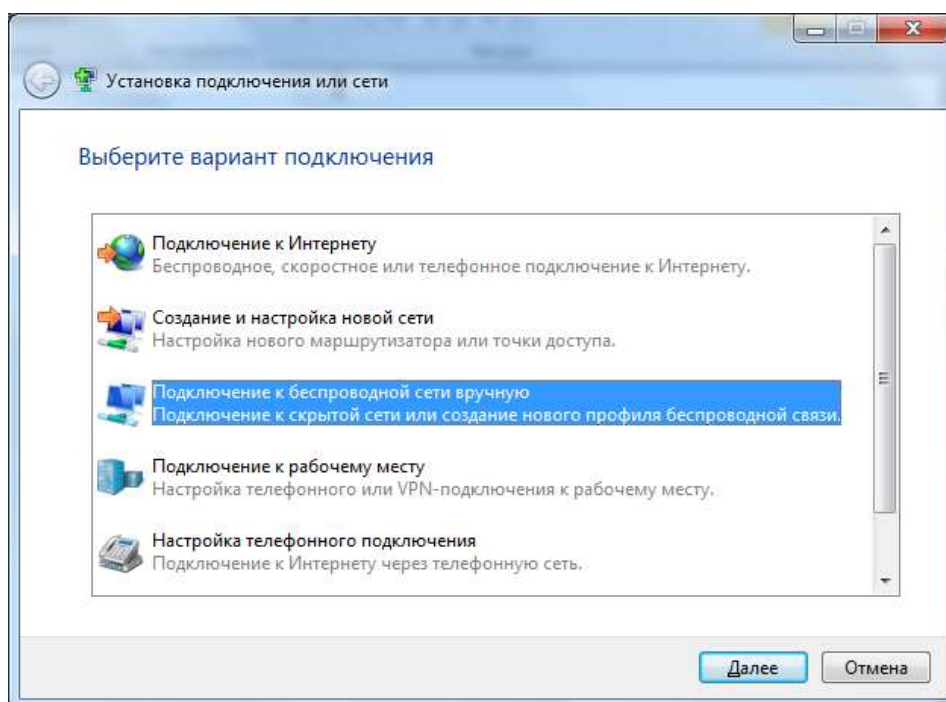


Рисунок Б.2 - Окно создания подключения или сети

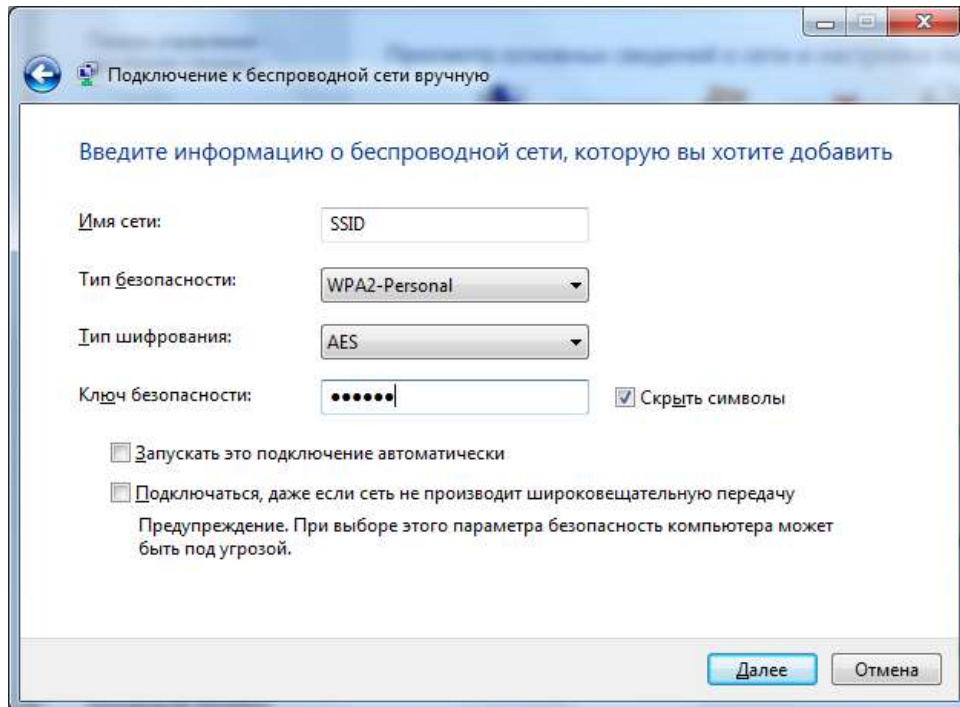


Рисунок Б.3 - Создание профиля беспроводной сети

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

О.Г. Локтионова
2018 г.



Конфигурирование и настройка сети Wi-Fi с топологией BSS

Методические указания

по выполнению лабораторной работы № 2

по курсу «Стандарты и оборудование систем мобильной связи»
для студентов направления подготовки 11.03.02

Курск 2018

УДК 621.3.095

Составитель А.Е.Севрюков

Рецензент

Доктор физико-математических наук, профессор *А.А. Гуламов*

Конфигурирование и настройка сети Wi-Fi с топологией BSS: методические указания по выполнению лабораторной работы № 2 по курсу «Стандарты и оборудование систем мобильной связи» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.Е.Севрюков. Курск, 2018. 29 с.

Содержат методические указания по выполнению лабораторной работы № 2 «Конфигурирование и настройка сети Wi-Fi с топологией BSS» по курсу «Стандарты и оборудование систем мобильной связи».

Методические указания соответствуют требованиям типовой программы, утвержденной УМО по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, и рабочей программы дисциплины «Стандарты и оборудование систем мобильной связи».

Предназначены для студентов направлений подготовки 11.03.02 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.02 Формат 60x841/16.

Усл. печ. л. 1,69. Уч.-изд. л.1,53. Тираж 100 экз. Заказ 1920. Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Оглавление

1	Цель работы	4
2	Краткая информация о топологии BSS.....	4
3	Лабораторное задание.....	5
4	Указания к выполнению работы.....	5
	4.1 Подключение к точке доступа.....	6
	4.2 Развертывание сети с топологией BSS	8
	4.3 Измерение пропускной способности сети	9
	4.4 Исследование влияния механизма RTS/CTS и режима фрагментации на пропускную способность.....	10
	4.5 Оценка влияния соканальных сетей Wi-Fi на пропускную способность сети	11
	4.6 Оценка влияния числа станций на пропускную способность сети.....	12
5	Содержание отчета.....	12
	Приложение А. Характеристики оборудования.....	13
	Приложение Б. Описание настроек радиointерфейса беспроводного маршрутизатора TP-Link TL-WR841ND	15
	Приложение В. Описание настройки абонентских станций TP-Link TL-WN951N	25

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.

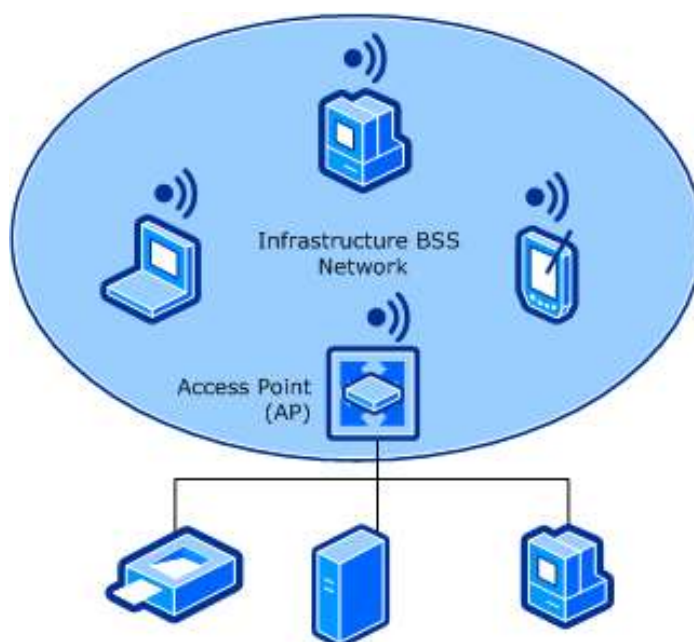


Рисунок 1 - Топология BSS

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.

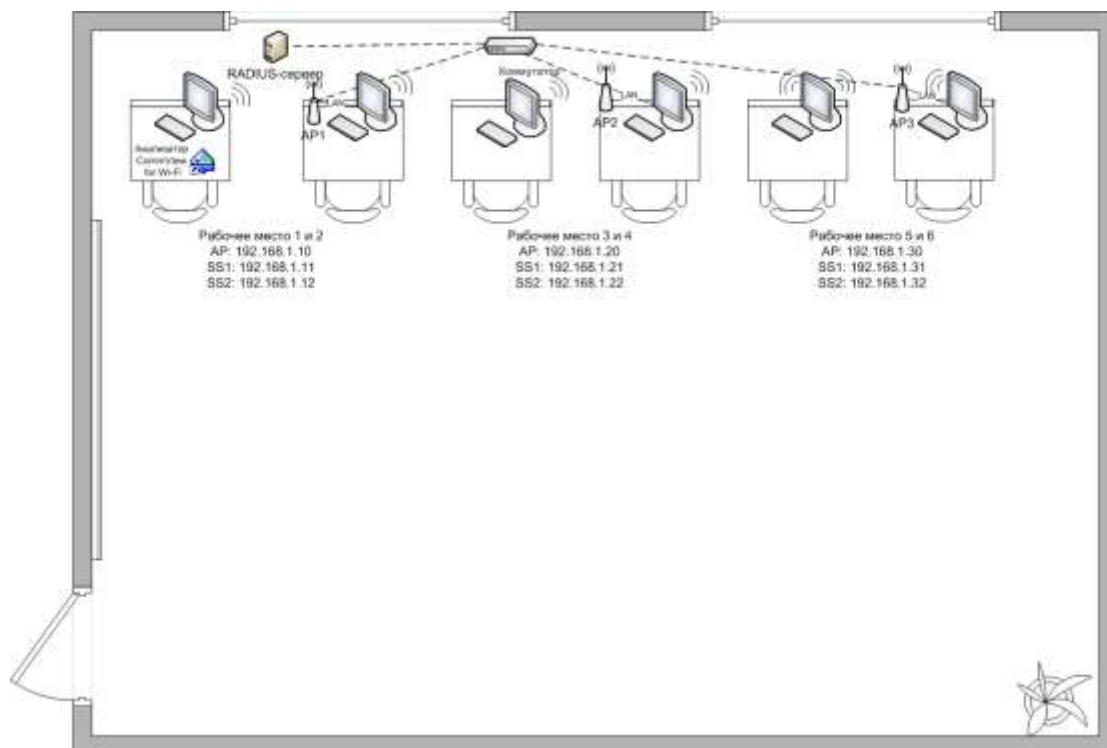


Рисунок 2 - Схема лабораторного помещения:

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.

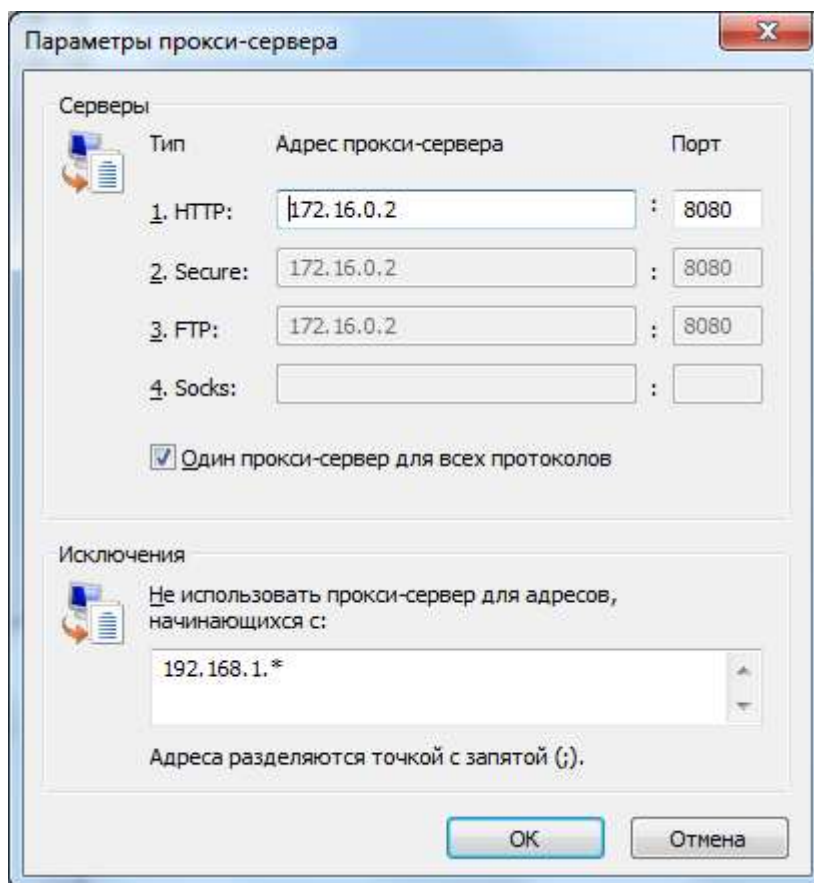


Рисунок 3 – Окно параметров прокси-сервера

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	192.168.1.21	192.168.1.31
	192.168.1.12	192.168.1.22	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 ба-

зовыми настройками беспроводного интерфейса маршрутизатора (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.Б.2**).

Wireless Settings

SSID:

Region:

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

Channel:

Mode:

Channel Width:

Max Tx Rate:

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:

WEP Index:

Auth type:

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**.

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:

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

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

с. **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:

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

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

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

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

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

ф. **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:

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

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

с. **PSK Password** (*пароль*).

д. **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	Modify Delete
2	00-00-00-00-00-11	Enabled	TP-LINK_903J	Modify Delete

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 появится 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 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.

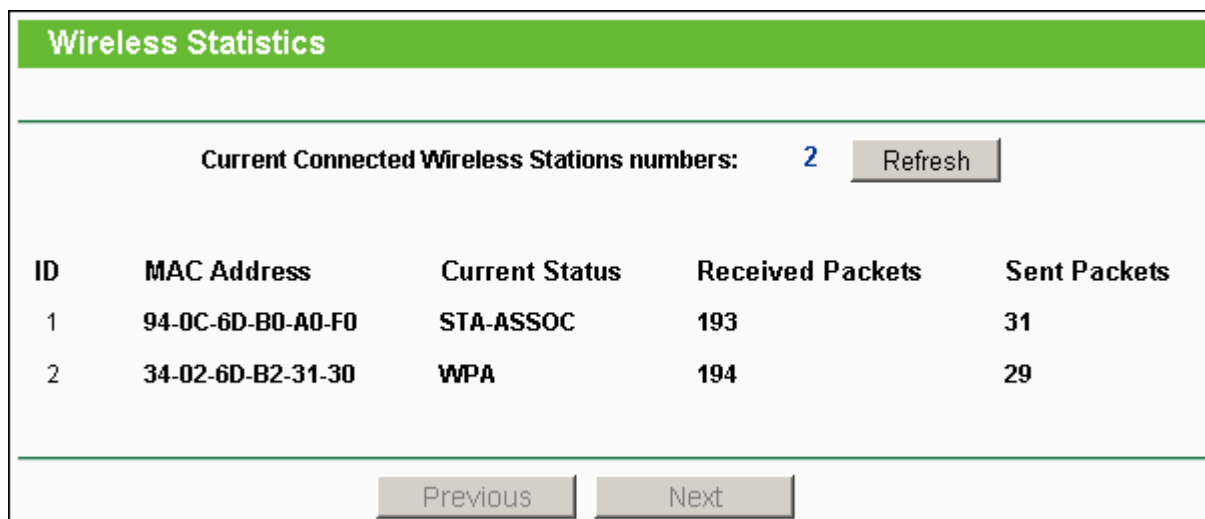
6. **Enable WMM** (*включить поддержку QoS*). Позволяет включить или отключить поддержку спецификации IEEE 802.11e, вводящей приоритеты обслуживания станций и различные типы трафика для обеспечения QoS. Данный режим необходимо использовать при передаче мультимедиа трафика.

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

¹ 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.

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



The screenshot displays the 'Wireless Statistics' interface. At the top, there is a green header with the text 'Wireless Statistics'. Below the header, a status bar indicates 'Current Connected Wireless Stations numbers: 2' with a 'Refresh' button. The main content is a table with five columns: ID, MAC Address, Current Status, Received Packets, and Sent Packets. The table contains two rows of data. At the bottom of the table, there are two buttons: 'Previous' and 'Next'.

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**).

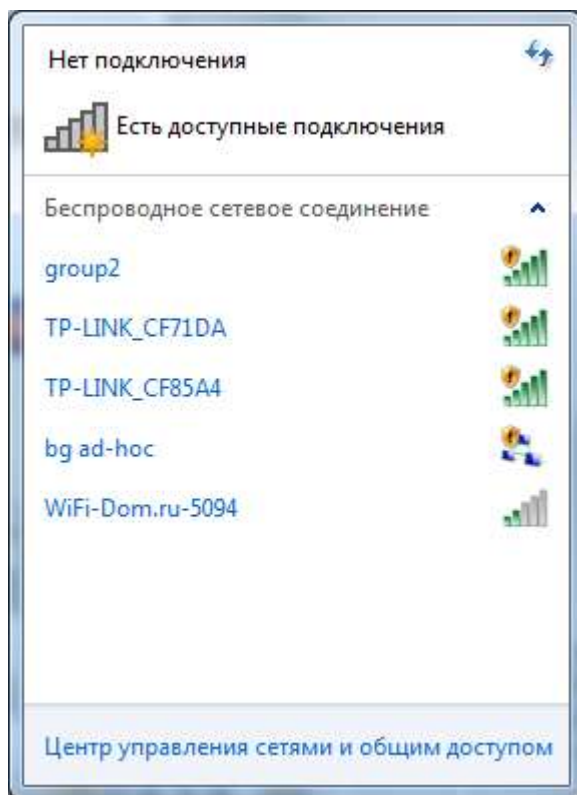


Рисунок В.1 - Окно обзора беспроводных сетей

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**.

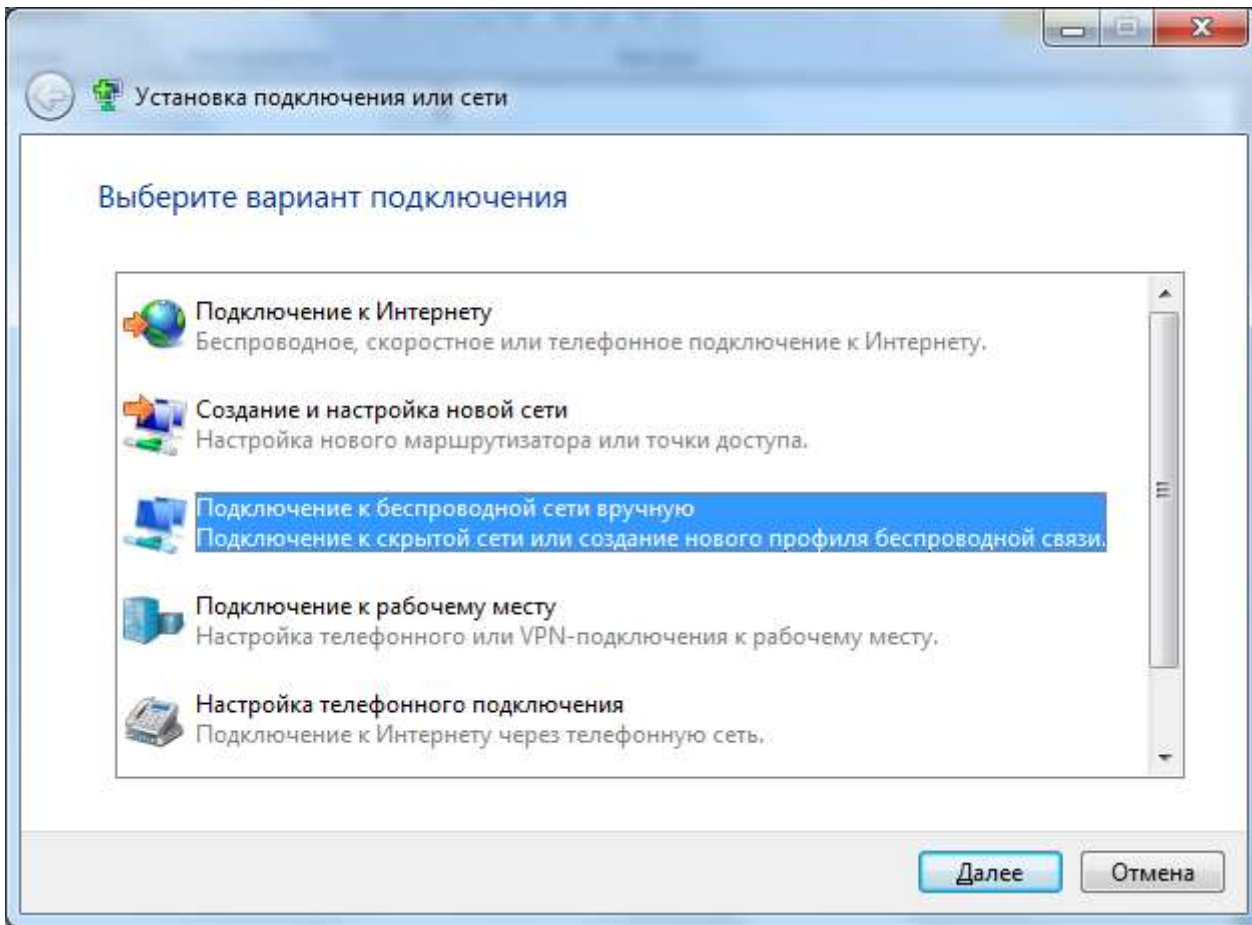


Рисунок В.2 - Окно создания подключения или сети

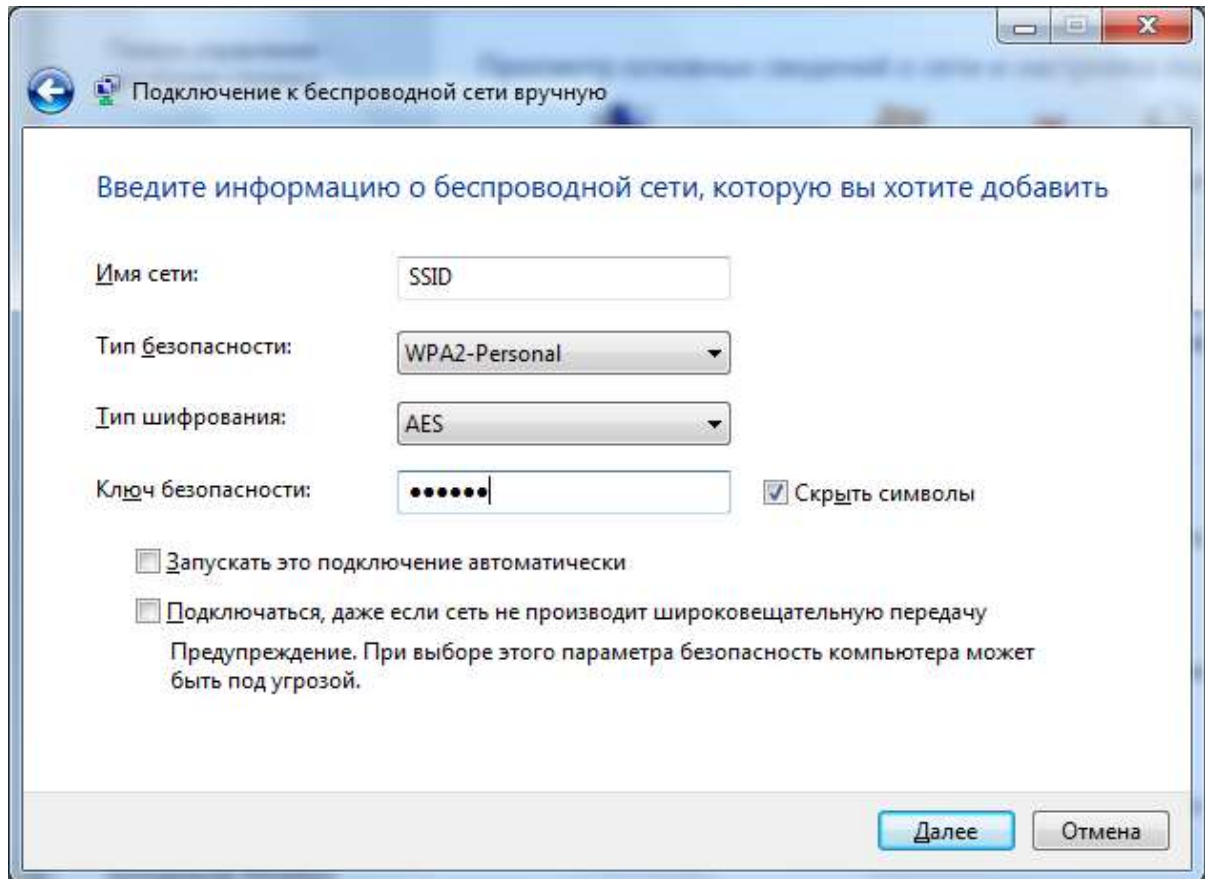


Рисунок В.3 - Создание профиля беспроводной сети

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?
4. В каком частотном диапазоне функционируют сети wireless LAN.

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
О.Г. Доктионова
«15» 02/2018 г.



Конфигурирование и настройка сети Wi-Fi с топологией ESS

Методические указания
по выполнению лабораторной работы № 3
по курсу «Стандарты и оборудование систем мобильной связи»
для студентов направления подготовки 11.03.02

Курск 2018

УДК 621.3.095

Составитель А.Е.Севрюков

Рецензент

Доктор физико-математических наук, профессор *А.А. Гуламов*

Конфигурирование и настройка сети Wi-Fi с топологией ESS: методические указания по выполнению лабораторной работы № 3 по курсу «Стандарты и оборудование систем мобильной связи» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.Е.Севрюков. Курск, 2018. 23 с.

Содержат методические указания по выполнению лабораторной работы № 3 «Конфигурирование и настройка сети Wi-Fi с топологией ESS» по курсу «Стандарты и оборудование систем мобильной связи».

Методические указания соответствуют требованиям типовой программы, утвержденной УМО по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, и рабочей программы дисциплины «Стандарты и оборудование систем мобильной связи».

Предназначены для студентов направления подготовки 11.03.02 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.02 Формат 60x841/16.

Усл. печ. л. 1,34. Уч.-изд. л.1,21. Тираж 100 экз. Заказ 1918 . Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Оглавление

1 Цель работы	4
2 Краткое описание топологии ESS	4
3 Лабораторное задание	5
4 Указания к выполнению работы.....	5
4.1 Развертывание сети ESS	5
1.1 Подключение к точке доступа	5
4.2 Измерение пропускной способности сети.....	8
4.3 Изучение влияния точек доступа, работающих на одном канале, на пропускную способность сети.....	9
5 Содержание отчета	9
Приложение А Описание настроек радиointерфейса беспроводного маршрутизатора TP-Link TL-WR841ND	10
Приложение Б Описание настройки абонентских станций TP-Link TL-WN951N.....	20
Контрольные вопросы.....	23

1 Цель работы

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

2 Краткое описание топологии ESS

Топология *Extended Service Set* – (ESS) беспроводной локальной сети является более сложным методом построения распределенных сетей Wi-Fi. Данная топология позволяет создавать беспроводные сети, состоящие из нескольких точек доступа. При этом станции, подключенные к одной из точек, могут общаться со станциями, подключенными к другим точкам.

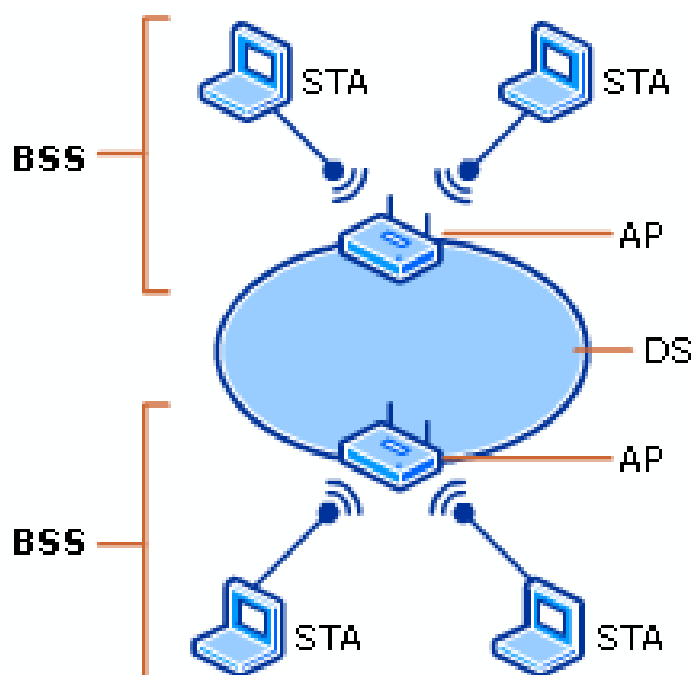


Рисунок 1 - Топология BSS

Точки доступа объединяются между собой с помощью распределительной системы (Distribution System – DS). В спецификациях стандарта IEEE 802.11 не оговаривается какой должна быть распределительная система. На практике чаще всего она создается с помощью проводной технологии Ethernet.

3 Практическое задание

Пользуясь описанием настройки точки доступа и станций пользователя (Приложения А, Б):

1. Развернуть сеть Wi-Fi с топологией ESS с заданными преподавателем характеристиками. Убедиться в том, что станции подключенные к одной точке доступа, могут передавать информацию на станции, подключенные к другим точкам доступа.
2. Измерить пропускную способность сети ESS.
3. Изучить влияние точек доступа, работающих на одном канале, на пропускную способность сети ESS.

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...***

4.1 Развертывание сети ESS

1. Настроить точки доступа и абонентские станции в соответствии с заданием.

1.1 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.

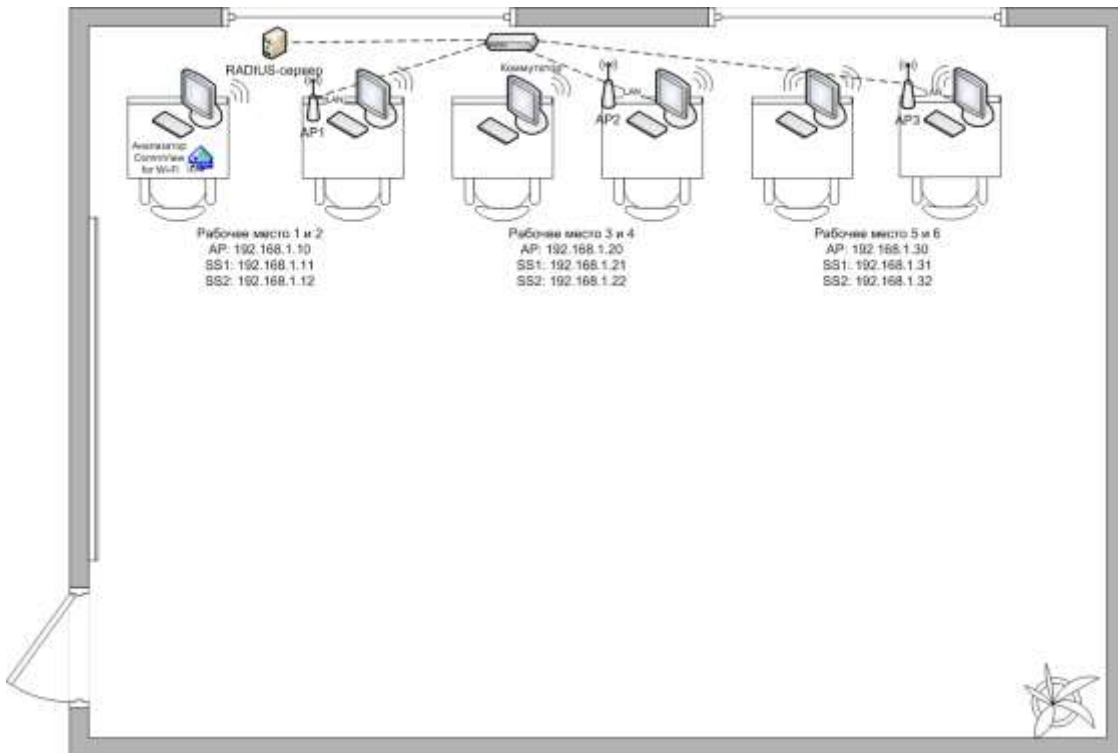


Рисунок 2 - Схема лабораторного помещения:

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

Таблица 1 - 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>.

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.

1.2 Приступить к настройке абонентских станций.

Каждая бригада настраивает сеть со следующими параметрами:

Таблица 2 – Параметры 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	192.168.1.21	192.168.1.31
	192.168.1.12	192.168.1.22	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

а) Подключитесь к точке доступа через web-интерфейс (см. п. Подключение к точке доступа).

б) Перейдите в пункт меню **Wireless -> Wireless Settings**.

в) В поле **SSID** введите идентификатор зоны обслуживания в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 2).

г) В поле **Region** из выпадающего списка выберите **Russia**.

д) В поле **Channel** из выпадающего списка выберите номер канала в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 2).

е) Нажмите на кнопку **Save**, чтобы сохранить настройки.

ж) Перейдите в пункт меню **Network -> LAN**.

и) В поле **IP Address** введите IP-адрес точки доступа в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 2).

к) В поле **Subnet Mask** введите маску подсети в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 2).

л) Нажмите на кнопку **Save**, чтобы сохранить настройки.

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

н) Отключите точку доступа от ПК. Она должна работать автономно.

о) Настройте IP-адреса и маски подсетей на абонентских станциях в соответствии с заданием для вашей бригады (таблица 2). Настройка должна производиться для беспроводного соединения.

п) Подключите абонентские станции к точке доступа SSID вашей бригады.

р) 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.

2. Подключить все точки доступа к коммутатору Ethernet с помощью кабелей.

3. На одном из ПК, подключенном к точке доступа по беспроводному соединению, открыть браузер и подключиться к web-интерфейсу точки доступа.

4. Убедиться, что каждая точка доступа «слышит» все остальные точки доступа. Для этого перейдите в пункт меню **System Tools -> Diagnostic** и отправьте ping-запросы на все соседние точки доступа.

5. С каждой из абонентских станций с помощью команды ping проверить видимость всех сетевых устройств сети ESS (своей и других бригад).

4.2 Измерение пропускной способности сети

1. Начните передачу большого файла (рекомендуемый объем ~200 Мбайт) с абонентской станции 192.168.1.11 на станцию 192.168.1.21.

2. На каждой из станций нажмите на комбинацию клавиш **CTRL+SHIFT+ESC**, перейдите во вкладку **Сеть** и наблюдайте скорость приема/передачи информации.

3. Начните передачу большого файла (рекомендуемый объем ~200 Мбайт) с абонентской станции 192.168.1.32 на станцию 192.168.1.22.

4. Начните передачу большого файла (рекомендуемый объем ~200 Мбайт) с абонентской станции 192.168.1.12 на станцию 192.168.1.31.

5. Вычислите пропускную способность сети.

4.3 Изучение влияния точек доступа, работающих на одном канале, на пропускную способность сети

1. Настроить точки доступа и абонентские станции в соответствии с заданием лабораторной работы.

2. С каждой из абонентских станций с помощью команды ping проверить видимость всех сетевых устройств сети ESS (своей и других бригад).

3. Повторить измерение пропускной способности сети по аналогии с п. 0.

4. Зафиксировать изменение скорости передачи информации между станциями, работающими на одном канале.

5 Содержание отчета

Отчет к практической работе должен содержать структурную схему исследуемой сети, графики изменения реальной скорости передачи от времени, а также выводы на их основе.

Приложение А

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 а.0) содержит несколько областей: главное меню (слева), основное окно (в центре) и помощь (справа).

The screenshot displays the TP-Link web interface for a 300M Wireless N Router (Model No. TL-WR841N / TL-WR841ND). The interface is organized into three main sections: a navigation menu on the left, a central configuration area, and a help sidebar on the right.

Navigation Menu (Left):

- Status
- Quick Setup
- QSS
- Network
- Wireless
- DHCP
- Forwarding
- Security
- Parental Control
- Access Control
- Static Routing
- Bandwidth Control
- IP & MAC Binding
- Dynamic DNS
- System Tools

Central Configuration Area:

Status

- Firmware Version:** 3.11.0 Build 100325 Rel.32271n
- Hardware Version:** WR841N v5 00000000

LAN

- MAC Address:** 94-0C-6D-4B-99-2E
- IP Address:** 192.168.1.1
- Subnet Mask:** 255.255.255.0

Wireless

- Wireless Radio:** Enable
- Name (SSID):** TP-LINK_4B992E
- Channel:** Auto (Current channel 7)
- Mode:** 11bgn mixed
- Channel Width:** Automatic
- Max Tx Rate:** 300Mbps
- MAC Address:** 94-0C-6D-4B-99-2E
- WDS Status:** Disable

Status Help (Right Sidebar):

The **Status** page displays the Router's current status and configuration. All information is read-only.

LAN - The following parameters apply to the LAN port of the Router. You can configure them in the **Network** -> **LAN** page.

- MAC Address** - The physical address of the Router, as seen from the LAN.
- IP Address** - The LAN IP address of the Router.
- Subnet Mask** - The subnet mask associated with LAN IP address.

Wireless - These are the current settings or information for Wireless. You can configure them in the **Wireless** -> **Wireless Settings** page.

- Wireless Radio** - Indicates whether the wireless radio feature of the Router is enabled or disabled.

Рисунок А.0 - 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. рисунок а.А.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 А.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

е. **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**.

Рисунок А.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:

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

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

в) **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:

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

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

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

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

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

е) **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:

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

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

в) **PSK Password** (*пароль*).

г) **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. рисунок А.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	Modify Delete
2	00-00-00-00-00-11	Enabled	TP-LINK_903J	Modify Delete

Рисунок А.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 появится окно (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** унок А.5), 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 А.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 А.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 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. 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.

¹ 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.

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

Wireless Statistics				
Current Connected Wireless Stations numbers: 2 <input type="button" value="Refresh"/>				
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 А.7 - Статистика использования точки доступа

Приложение Б

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. рисунок б.0).

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. см. рисунок б.02).

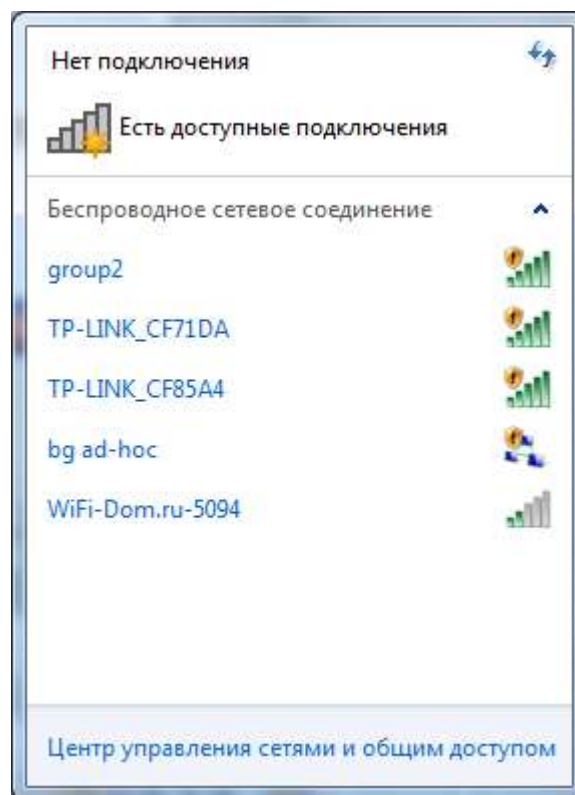


Рисунок Б.0 - Окно обзора беспроводных сетей

В открывшемся окне можно указать следующие параметры соединения (см. рисунок б.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 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**.

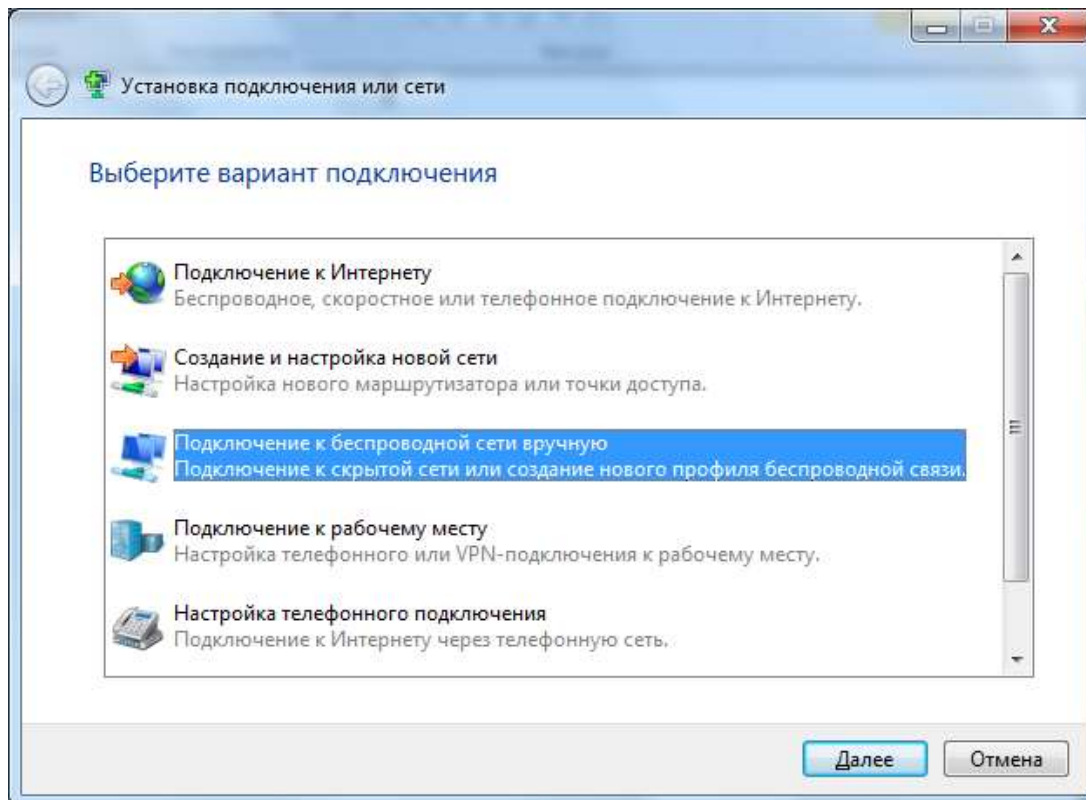


Рисунок Б.2 - Окно создания подключения или сети

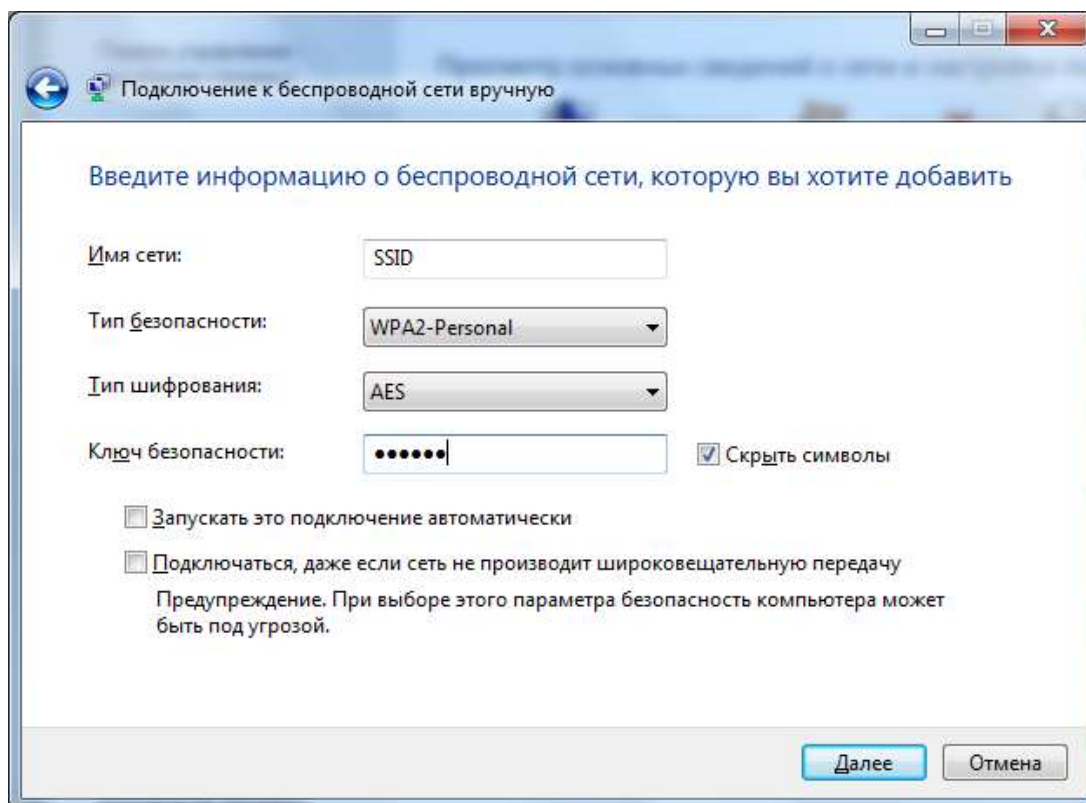


Рисунок Б.3 - Создание профиля беспроводной сети

Контрольные вопросы

1. В чем заключается механизм защиты WEP?
2. Точка доступа позволяет работать в рамках определенного физического уровня или их комбинации, какого?
3. В России пользователь может выбрать один из скольких стандартных каналов, указанных в спецификациях IEEE 802.11?