

УДК  
621.398  
Р 935

**В. О. Рыбинцев, В. Л. Широков**

**ПОСТРОЕНИЕ ДОМАШНИХ  
ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ  
Лабораторные работы № 1-3**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

В. О. РЫБИНЦЕВ, В. Л. ШИРОКОВ

**ПОСТРОЕНИЕ ДОМАШНИХ  
ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ**  
**Лабораторные работы № 1-3**

Методические указания

по курсу «*Сети и телекоммуникации*»  
для студентов, обучающихся по направлению  
«Информатика и вычислительная техника»

Москва  
Издательский дом МЭИ  
2023

УДК 621.398  
Р 935

*Утверждено учебным управлением НИУ МЭИ  
в качестве производственно-практического издания*

Подготовлено на кафедре вычислительных машин,  
систем и сетей

Рецензент — докт. техн. наук, проф. Л. И. Абросимов

**Рыбинцев, В.О.**

Р 935 Построение домашних локальных вычислительных сетей.  
Лабораторные работы № 1-3: метод. указания / Рыбинцев В.О.,  
Широков В.Л. – М.: Издательский дом МЭИ, 2023. — 32 с.

Методические указания содержат описание трех лабораторных работ по курсу «Сети и телекоммуникации», который читается студентам, обучающимся по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» на кафедре вычислительных машин, систем и сетей НИУ «МЭИ».

Предназначены для студентов при изучении локальных вычислительных сетей в целях формирования навыков их исследования, разработки структуры, выбора состава комплекса технических средств и подключения к сети Internet.

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения.....	5
Лабораторная работа № 1. Подключение к Internet домашней локальной сети.....	7
Лабораторная работа № 2. Организация домашней Wi-Fi сети.....	11
Лабораторная работа № 3. Исследование пропускной способности домашней Wi-Fi сети.....	13
Приложение 1. Способы подключения к Internet домашней локальной сети.....	21
Приложение 2. Способы организации домашней Wi-Fi сети.....	26
Приложение 3. Способы подключения компьютера к домашней Wi-Fi сети.....	29

## **Общие положения**

В данные методические указания в виде лабораторного практикума вошёл цикл из трех лабораторных работ по курсу «Сети и телекоммуникации».

Лабораторные работы базируются на курсе «Передача информации», который читается студентам направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» на кафедре вычислительных машин, систем и сетей НИУ «МЭИ».

Целями практикума является детальное изучение студентами вопросов практического построения, использования и исследования домашних локальных вычислительных сетей.

Данный цикл состоит из трех связанных между собой лабораторных работ, выполняемых каждым студентом индивидуально.

Выполнению каждой лабораторной работы предшествует домашняя подготовка, в рамках которой студенты изучают технические средства и программное обеспечение, необходимые для построения домашней локальной сети, демонстрируют способности к самостоятельному поиску и усваиванию информации, которая необходима для выполнения лабораторного задания, но не представлена в курсе лекций и рекомендованной литературе. Результатом домашней подготовки к выполнению лабораторной работы является выбор варианта реализации лабораторного задания и подготовка необходимых исходных данных.

Первая лабораторная работа посвящена подключению к Internet домашней локальной вычислительной сети. В процессе выполнения работы студенты определяют состав и структуру оборудования, проводят эксперименты и определяют базовые сетевые параметры подключения.

Вторая лабораторная работа посвящена организации домашней беспроводной Wi-Fi локальной вычислительной сети и определению ее базовых характеристик в зависимости от используемого стандарта связи (IEEE 802.11a/b/g/n/ac).

Третья лабораторная работа посвящена экспериментальному определению реальной пропускной способности домашней Wi-Fi сети в зависимости от ее базовых параметров и качества сигнала.

Данные методические указания могут быть полезным студентам при прохождении производственной практики, выполнении научно-исследовательских и выпускных квалификационных работ.

Результат выполнения каждой лабораторной работы оформляется в виде отдельного отчёта и предоставляется преподавателю на проверку не позднее даты соответствующего контрольного мероприятия. Допустимо

предоставление отчёта о выполнении лабораторной работы в электронном виде по электронной почте или на бумажном носителе.

На титульном листе отчёта должны быть указаны:

название и номер лабораторной работы;

Ф.И.О. студента полностью;

шифр группы.

Преподаватель проверяет отчёт, задает уточняющие вопросы и определяет общее качество выполнения лабораторной работы. По итогам проверки студент допускается к защите данной работы, по результату которой преподаватель ставит оценку. При обнаружении ошибок отчёт возвращается студенту на доработку.

Отчеты принимаются в формате Open/Libre Office, MS Word и Adobe Acrobat. Применение архиваторов не допускается.

Содержание отчёта определяется лабораторным заданием и результатами его выполнения.

Отчёт может оформляться как от руки, так и с использованием общедоступных программных средств. Оформление отчёта с применением или без применения программных средств не влияет на оценку.

## **Лабораторная работа № 1**

### **ПОДКЛЮЧЕНИЕ К INTERNET ДОМАШНЕЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ**

**Цель работы:** определение структуры, состава оборудования, сетевых и технических параметров домашней локальной вычислительной сети при различных вариантах её подключения к глобальной сети Internet.

#### **Домашняя подготовка**

Изучите соответствующие разделы курса лекций и рекомендованной литературы для освоения формата и назначения следующих сетевых параметров:

- MAC-адресов;
- IP-адресов версии 4 (IPv4);
- масок для IP-адресов;
- протокола TELNET (RFC 854).

Изучите назначение и формат следующих терминальных команд MS Windows/Linux/macOS:

- ping
- ipconfig/ifconfig
- tracert/traceroute

Выберите из перечисленных ниже в лабораторном задании вариантов любые два для подключения компьютера к сети Internet.

Ответьте на контрольные вопросы.

#### **Лабораторное задание**

По согласованию с преподавателем допускается объединение студентов в бригады, состоящие из двух человек.

Подключение домашней локальной сети к Internet может быть осуществлено множеством способов с помощью следующего оборудования:

- маршрутизатора, подключенного кабелем к сети провайдера Internet (наиболее распространенный вариант);
- маршрутизатора с USB-модемом сотовой сети 4G/LTE;
- USB-модема сотовой сети 4G/LTE;

- беспроводной Wi-Fi точки доступа с встроенным модемом сотовой сети 4G/LTE;
- смартфона в качестве беспроводной Wi-Fi точки доступа через сотовую сеть 4G/LTE;
- смартфона в качестве USB-модема сотовой сети 4G/LTE;
- непосредственно кабелем UTP к сети провайдера Internet;
- конвертера GPON-Ethernet;
- спутникового абонентского терминала и антенны VSAT.

Описание особенностей перечисленных вариантов подключения приведено в Приложении 1.

Если для подключения к сети Internet используется какой-то другой способ, то по согласованию с преподавателем он может быть использован при выполнении лабораторной работы.

Одним из распространенных вариантов подключения компьютера к сети Internet является использование смартфона в сети 4G/LTE в качестве устройства доступа. Если такой способ подключения к Internet является единственно возможным, необходимо выполнить лабораторное задание с использованием двух разных провайдеров сотовой связи.

На Рис. 1 показан пример подключения к Internet домашней локальной сети, состоящей из одного компьютера и одного устройства доступа.



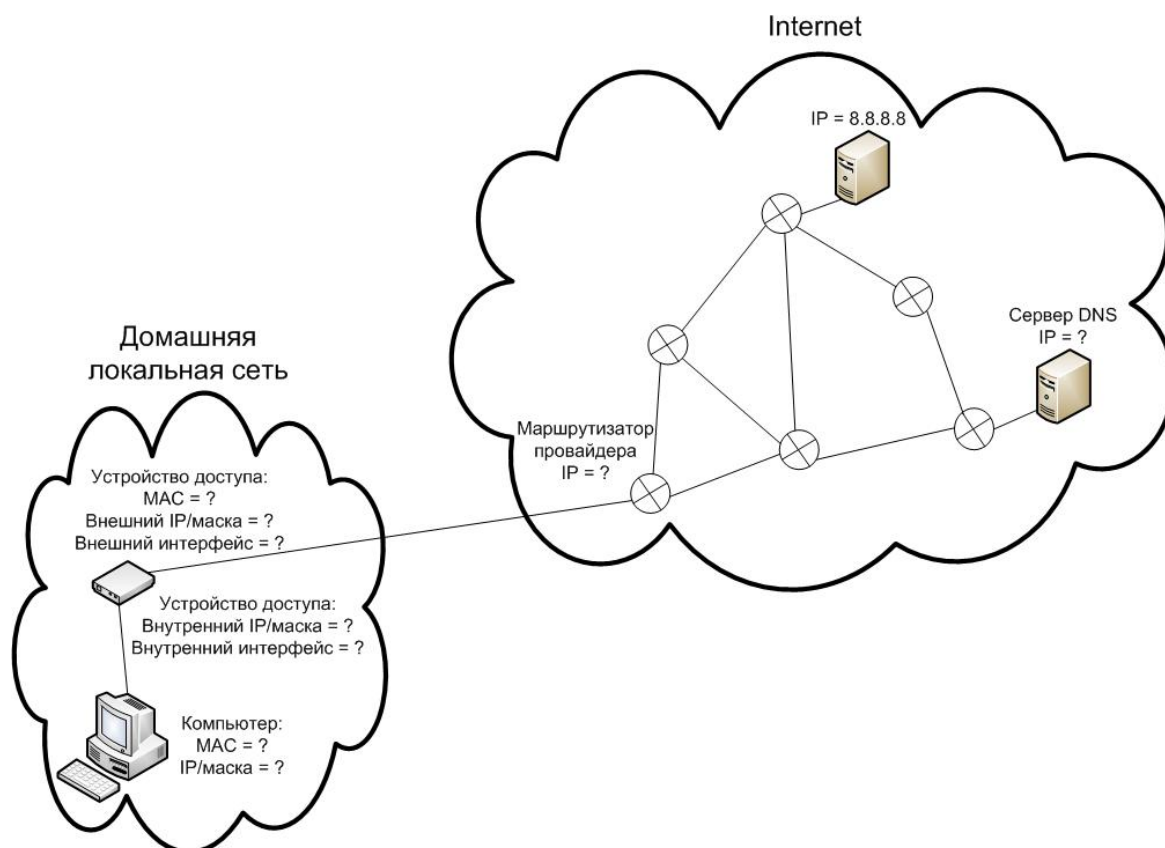


Рис. 1. Пример подключения к Internet домашней локальной сети

## Порядок выполнения работы

1. Для первого выбранного варианта подключения к сети Internet составить перечень всех используемых устройств, включая компьютер.

Определить и указать в отчете следующие характеристики:

- модель устройства доступа;
- MAC-адрес устройства доступа;
- внешний интерфейс взаимодействия устройства доступа с провайдером Internet (поставщиком услуг);
- внутренний интерфейс взаимодействия устройства доступа с компьютером в домашней сети;
- тип и количество других физических интерфейсов устройства доступа (при наличии);
- внешний IP-адрес и маску, предоставленные провайдером Internet, класс этого IP-адреса;
- внутренний IP-адрес и маску устройства доступа, класс этого IP-адреса;
- MAC-адрес компьютера;

- IP-адрес и маску компьютера, класс этого IP-адреса.
2. Выполнить на компьютере в консольном режиме следующие команды:
- ipconfig -a
  - ping <IP-адрес> (полученный от провайдера)
  - ping 8.8.8.8
  - tracert <IP-адрес> (полученный от провайдера),
  - tracert 8.8.8.8

Если команда tracert 8.8.8.8 выполняется слишком долго, завершите её принудительно. Для этого необходимо выполнить команду <Ctrl> + <C> (удерживая клавишу <Ctrl>, кратковременно нажать клавишу <C>). Результаты выполнения команд в виде копии экрана (команда Print Screen на компьютере или смартфоне) сохранить и вставить в отчёт с кратким пояснением.

По результатам выполнения указанных команд необходимо определить все MAC-адреса и IP-адреса, которые отмечены на Рис. 1 знаком «?».

3. Выполнить на компьютере в консольном режиме команду:

- telnet <IP-адрес маршрутизатора>.

После ввода login и password (они указаны в руководстве по эксплуатации устройства или установлены в процессе настройки маршрутизатора) последовательно выполнить следующие команды:

- <?>
- <ls>
- <whoami>

Результаты выполнения отобразить в отчете.

4. Выбрать любой другой способ подключения к сети Internet и выполнить пп. 1 – 3.
5. Оформить отчёт о выполнении лабораторной работы. Отчёт предоставить преподавателю на проверку (см. раздел «Общие положения»). Если какие-то пункты задания выполнить не удаётся, необходимо отметить это в отчёте с кратким указанием причины.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите способы подключения компьютера к сети Internet?
2. Каково назначение и формат MAC-адреса?
3. Каково назначение и формат адреса IPv4?
4. Каково назначение и формат маски IPv4?

5. Каково назначение и формат команды ping?
6. Каково назначение и формат команды ipconfig/ifconfig?
7. Каково назначение и формат команды tracert/traceroute?
8. Каково назначение и формат команды telnet?
9. Каково назначение сетевой службы DNS?

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник / Олифер В.Г., Олифер Н.А. – СПб.: Питер, 2020.

## ПОСТРОЕНИЕ ДОМАШНЕЙ WI-FI СЕТИ

**Цель работы:** определение сетевых характеристик и технических параметров домашней Wi-Fi сети.

### Домашняя подготовка

Изучите рекомендованную литературу, соответствующие разделы курса лекций, варианты построения домашней Wi-Fi сети и варианты подключения домашнего компьютера к сети Wi-Fi. Ответьте на контрольные вопросы.

Установите на компьютер свободно распространяемое программное обеспечение Wi-Fi Scanner или аналогичное. Вместо компьютера для выполнения лабораторной работы возможно использование смартфона с установленным на него свободно распространяемым программным обеспечением Wi-Fi Analyzer или аналогичным.

### Лабораторное задание

Выберите один из перечисленных ниже вариантов построения сети Wi-Fi:

- а) использование встроенной в домашний маршрутизатор точки доступа Wi-Fi (базовый вариант);
- б) использование автономной точки доступа Wi-Fi;
- в) использование встроенной в 4G/LTE модем точки доступа Wi-Fi;
- г) использование смартфона в качестве точки доступа Wi-Fi.

Особенности применения перечисленных вариантов организации сети Wi-Fi рассмотрены в Приложении 2.

Выберите один из перечисленных ниже вариантов подключения компьютера к домашней сети Wi-Fi:

- а) использование внутреннего контроллера Wi-Fi в компьютере;
- б) использование внешнего USB-контроллера Wi-Fi;
- в) использование смартфона в качестве внешнего USB-контроллера Wi-Fi.

Особенности применения перечисленных вариантов подключения к сети Wi-Fi рассмотрены в Приложении 3.

На Рис. 2 показан пример изображения экрана, полученного с помощью анализатора Wi-Fi Scanner.

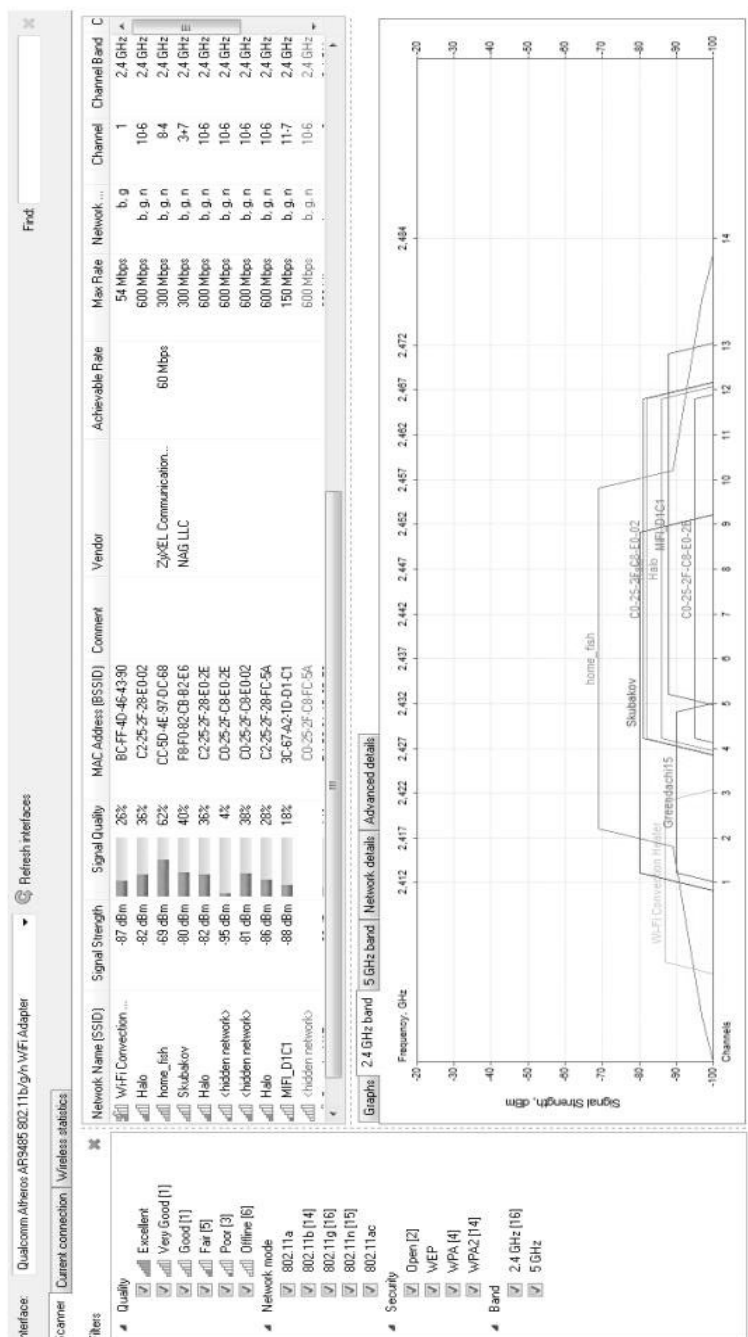


Рис.

## 2. Пример вывода информации с помощью Wi-Fi Scanner

Тем студентам, у которых подключить компьютер к сети Wi-Fi не представляется возможным, необходимо установить программное обеспечение Wi-Fi Analyzer на смартфон, и с его помощью выполнить лабораторное задание, сохранив изображение с экрана смартфона для последующего его использования при оформлении отчёта о выполнении лабораторной работы.

## Порядок выполнения работы

1. Организовать сеть Wi-Fi в диапазоне 2,4 ГГц, используя установленные по умолчанию параметры точки доступа.
2. С помощью Wi-Fi Scanner определить:
  - количество сетей, работающих в диапазоне 2,4 ГГц;
  - версию стандарта Wi-Fi, которую использует установленная точка доступа;
  - частотный канал, на котором работает установленная сеть Wi-Fi;
  - количество других сетей Wi-Fi, пересекающихся по частоте с установленной сетью.
3. Отобразить максимальную (по стандарту) и достижимую скорость передачи информации. Сравнить максимальную и достижимую скорости передачи. Объяснить результат.
4. Визуально определить наиболее загруженные частотные каналы. Выяснить и отразить в отчете, имеется ли смысл в изменении частотного канала, используемого по умолчанию созданной сетью Wi-Fi.
5. Организовать точку доступа с помощью смартфона в частотном диапазоне 2,4 ГГц.
6. Выполнить пп. 2, 3 и 4.
7. Организовать любым доступным способом точку доступа в частотном диапазоне 5 ГГц.
8. Выполнить пп. 2, 3 и 4.
9. Оформить отчёт о выполнении лабораторной работы. Если какие-то пункты задания выполнить не удалось, необходимо отметить это в отчёте с кратким указанием причины. Отчёт предоставить преподавателю на проверку (см. раздел «Общие положения»).

### **Контрольные вопросы**

1. Какие преимущества и недостатки имеет сеть Wi-Fi?
2. В чём состоит отличие версий Wi-Fi IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax?
3. Сколько частотных каналов используются в сети Wi-Fi в диапазоне 2,4 ГГц?

4. Какую полосу частот по стандарту использует один Wi-Fi канал, и какая по ширине полоса частот необходима для передачи информации?
5. Сколько неперекрывающихся по частоте сетей Wi-Fi можно организовать в диапазоне 2,4 ГГц?
6. В чем преимущества и недостатки использования частотного диапазона 5 ГГц?

### **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник / Олифер В.Г., Олифер Н.А. – СПб.: Питер, 2020.

## Лабораторная работа № 3

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДОМАШНЕЙ WI-FI СЕТИ

**Цель работы** – экспериментальное измерение параметров и определение реальной (фактической) пропускной способности домашней беспроводной Wi-Fi сети.

#### Домашняя подготовка

Изучите рекомендованную литературу и соответствующие разделы курса лекций. Ответьте на контрольные вопросы.

Выберите вариант организации домашней Wi-Fi сети и вариант подключения к ней компьютера и смартфона, как это было рекомендовано в лабораторной работе № 2.

Подготовьте на компьютере файл размером порядка 100 Мбайт для передачи между компьютером и смартфоном через точку доступа Wi-Fi сети.

Изучите особенности применения протокола FTP для копирования файла с одного устройства на другое по сети.

Установите на смартфоне свободно распространяемое программное обеспечение Wi-Fi FTP-сервер для операционной системы Android или iOSTiny FTP Server Application для операционной системы iOS.

При отсутствии контроллера Wi-Fi в компьютере возможно использование двух смартфонов для передачи файла между ними по протоколу FTP. В этом случае один смартфон будет функционировать в качестве FTP-сервера, а другой в качестве FTP-клиента.

Для проведения измерений реальной пропускной способности сети Wi-Fi возможно использование в качестве FTP-клиента свободно распространяемого программного обеспечения Filezilla, которое доступно для различных версий операционных систем.

#### Лабораторное задание

Для исследования реальной пропускной способности Wi-Fi сети необходимо:

Организовать домашнюю сеть Wi-Fi, состоящую из:

- точки доступа Wi-Fi (см. Приложение 2);
- компьютера с подключением к сети Wi-Fi;
- смартфона с подключением к сети Wi-Fi.

Структура экспериментальной сети Wi-Fi показана на Рис. 3.



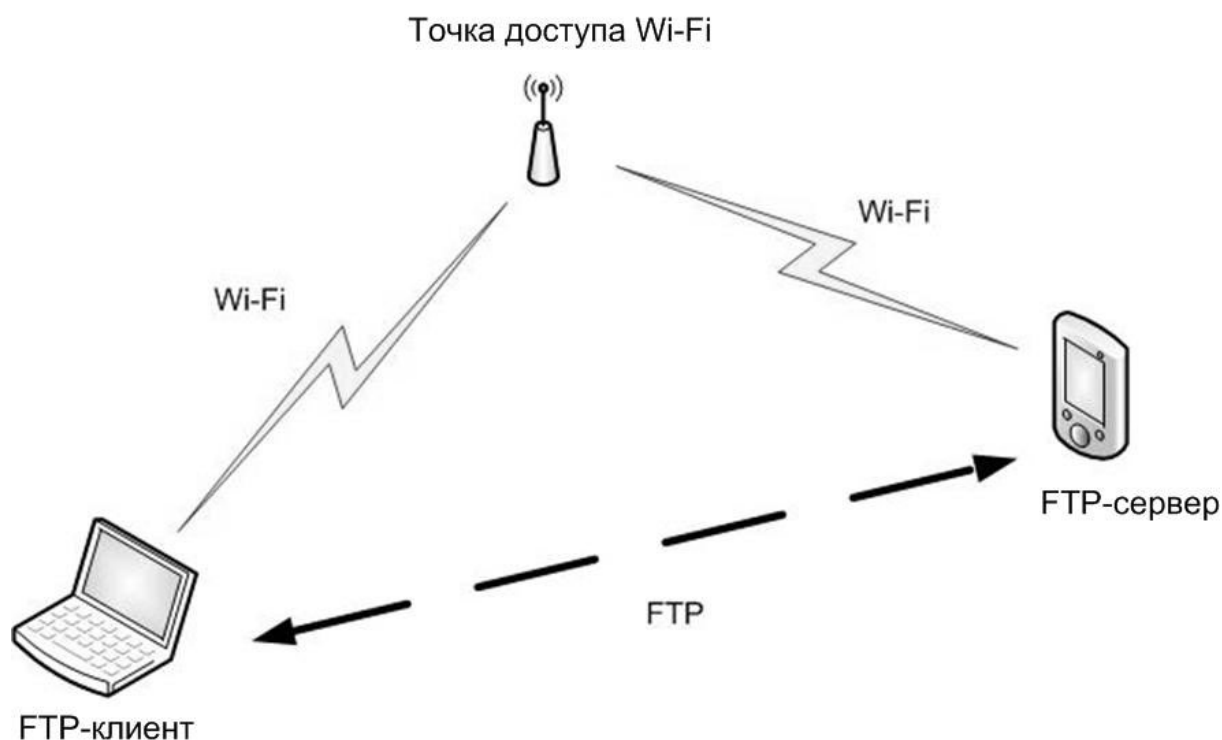


Рис. 3. Экспериментальная сеть Wi-Fi

Произвести измерение времени передачи подготовленного файла между FTP-клиентом и FTP-сервером для любых трех доступных стандартов сети Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g/n/ac).

Для точек доступа, работающих только в диапазоне 2,4 ГГц, рекомендуется проводить измерения для стандартов IEEE 802.11b, IEEE 802.11g и IEEE 802.11n.

Для точек доступа, поддерживающих работу в диапазоне 5 ГГц, рекомендуется проводить измерения для стандартов IEEE 802.11a, IEEE 802.11n и IEEE 802.11ac.

Повторить измерения и расчёт скорости передачи файла при высоком и низком уровне сигнала для стандарта IEEE 802.11 с максимальной из исследованных сетей Wi-Fi теоретической пропускной способностью (IEEE 802.11n или IEEE 802.11ac).

Некоторые точки доступа позволяют изменять мощность сигнала в настройках. Если это невозможно, для снижения мощности сигнала необходимо установить точку доступа или смартфон с FTP-сервером на максимальном расстоянии друг от друга, или закрыть точку доступа или смартфон металлическим экраном. Определить уровень сигнала Wi-Fi можно с помощью программного обеспечения Wi-Fi Analyzer (см. лабораторную работу № 2).

## Порядок выполнения работы

1. Включить оборудование экспериментальной Wi-Fi сети.
2. Запустить FTP-сервер на смартфоне и FTP-клиент на компьютере.  
Определить IP-адреса и порт TCP, необходимые для передачи данных по протоколу FTP. Пример выполнения указанных действий для операционной системы Android показан на Рис. 4 и Рис. 5.

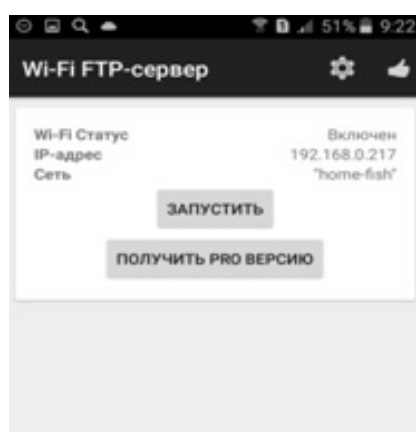


Рис. 4. Запуск приложения Wi-Fi FTP-сервер на смартфоне

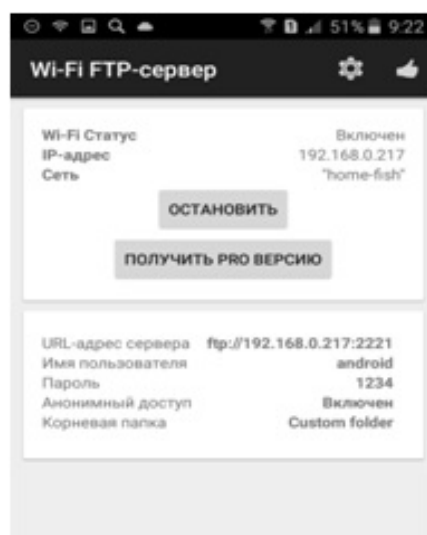


Рис. 5. Определение IP-адреса и порта TCP для Wi-Fi FTP-сервера на смартфоне

Для операционной системы iOS результат выглядит аналогичным образом.

3. Выполнить настройку стандарта IEEE 802.11 точки доступа. Пример выбора версии стандарта IEEE 802.11 показан на Рис. 6.

### Точка доступа 2.4 ГГц

Укажите имя для вашей беспроводной сети, по которому можно будет найти ее при подключении. безопасности и введите сетевой ключ (пароль) для доступа к сети. Рекомендуется использовать 1 используйте только при необходимости подключения устаревших устройств, не поддерживающих

Включить точку доступа: ☒

Имя сети (SSID):

Скрывать SSID: ☐

Защита сети:

Ключ сети:

Страна:

Стандарт:

Канал:

Ширина канала:

Мощность сигнала:

Включить WMM: ☒

Рис. 6. Настройка версий стандарта IEEE 802.11

4. Выполнить передачу подготовленного файла с использованием FTP-клиента и измерить время передачи. Для этого в браузере выполнить команду копирования на FTP-сервер ftp://ip:port (параметры ip:port определены в п. 2) ранее заготовленного для передачи файла в директорию ForFTP. Измерить время передачи данного файла можно вручную или с помощью FTP-клиент FileZilla.

На Рис. 7 приведен пример размещения файлов на смартфоне.

← Я ↻  ftp://192.168.0.217:2221/

---

## Содержание /

---

	Имя	Размер	Последнее изменение
	043знак Каина Иван Грозный.mp3/		15.03.2016, 03:00:00
	Android/		23.02.2017, 03:00:00
	DCIM/		29.01.2017, 03:00:00
	ForFTP/		10.02.2021, 01:22:00
	LOST.DIR/		24.09.2016, 03:00:00
	Sounds/		28.01.2019, 03:00:00
	System Volume Information/		16.10.2018, 03:00:00
	Из Viber/		31.07.2020, 03:00:00
	Из Whatsapp/		08.01.2020, 03:00:00
	.android_secure	0 B	01.01.1970, 03:00:00

Рис. 7. Пример размещения файлов на смартфоне, включая директорию ForFTP

5. Выполнить пункты 3-4 для второй выбранной версии стандарта 802.11.
6. Выполнить пункты 3-4 для третьей выбранной версии стандарта 802.11.
7. Результаты измерений отобразить в таблице 1:

Таблица 1

Результаты измерений реальной скорости передачи файла

Версия стандарта IEEE 802.11	Максимальная скорость передачи по стандарту, Мбит/с	Объём файла, Мбит	Время передачи, с	Реальная скорость передачи, Мбит/с
a				
b				
g				
n				
ac				

8. Сравнить полученные результаты с максимальной и достижимой скоростями передачи, полученной в лабораторной работе № 2. Объяснить отличие полученной скорости передачи от максимальной и достижимой.

9. Произвести измерения времени передачи файла при высоком и низком уровне сигнала для сети с максимальной из исследованных стандартов IEEE 802.11 теоретической скоростью передачи. Результаты измерений отобразить в таблице 2.

Таблица 2

Результаты измерений реальной скорости передачи файла  
при разных значениях уровня сигнала

Версия стандарта IEEE 802.11	Уровень сигнала	Объем файла, Мбит	Время передачи, с	Реальная скорость передачи, Мбит/с
	Высокий			
	Низкий			

Объясните полученный результат.

### Контрольные вопросы

1. Что понимается под архитектурой «клиент-сервер»?
2. Для чего предназначены и используются FTP-серверы и FTP-клиенты?
3. Какова максимальная скорость передачи данных для различных версий стандарта Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac?
4. В чем отличие достижимой и реальной скорости передачи информации в сети Wi-Fi?
5. Почему уровень сигнала в сети Wi-Fi приводит к изменению достижимой скорости передачи данных?
6. От каких основных факторов зависит реальная скорость передачи данных по сети Wi-Fi?

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник / Олифер В.Г., Олифер Н.А. – СПб.: Питер, 2020.

## СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К INTERNET ДОМАШНЕЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

### Подключение по абонентской телефонной линии

Подключение по абонентской телефонной линии осуществляется с помощью xDSL-модема (Digital Subscriber Line – цифровая абонентская линия) и частотного разделителя (сплиттера).

В обозначении xDSL-модема буква «х» относится к разновидности используемой абонентской линии:

- ADSL (Asymmetric DSL);
- VDSL (Very high speed DSL).

Модемы ADSL и VDSL отличаются максимальной скоростью обмена информацией по абонентской линии. Обмен осуществляется с различной скоростью передачи информации в двух разных направлениях:

- в нисходящем потоке, т.е. из линии к абонентскому модему (Down Stream);
- в восходящем потоке, т.е. в линию от абонентского модема (Up Stream).

Сплиттер выполняет функции частотного разделителя для телефона, работающего на низких частотах, и xDSL модема, работающего на высоких частотах. За счёт разделения по частоте сплиттер позволяет телефону работать одновременно с передачей цифровых данных и доступом в Internet через общую телефонную линию связи.

Схема соединений и внешний вид ADSL-сплиттера и ADSL-модема показан на Рис. П-1.

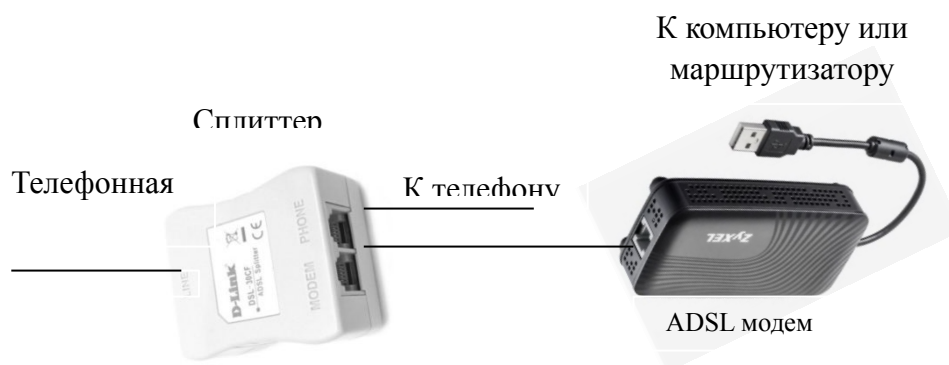


Рис. П-1. Схема подключения и вид ADSL- модема и сплиттера

Сплиттер имеет один входной разъём типа RJ-11 для подключения к абонентской телефонной линии и два выходных разъёма для телефона и модема (RJ-11 и RJ-45 соответственно).

Выходной интерфейс xDSL-модема может быть в виде интерфейса USB или Ethernet, и подключаться к аналогичному разъёму компьютера, маршрутизатора или точки доступа сети Wi-Fi.

### **Подключение с помощью пассивной оптической сети GPON**

Пассивная оптическая сеть GPON (Gigabit Passive Optical Network) – это гигабитная сеть, обеспечивающая передачу данных по оптоволокну с гигабитной скоростью.

Подключение к сети GPON осуществляется с помощью медиаконвертера, осуществляющего преобразование оптических сигналов в электрические в соответствии со стандартом Ethernet.

Схема подключения медиаконвертера GPON-Ethernet и его внешний вид показаны на Рис. П-2.



Рис. П-2. Схема подключения и вид медиаконвертера GPON-Ethernet

К медиаконвертеру GPON-Ethernet может быть подключён непосредственно компьютер или домашняя локальная сеть с помощью маршрутизатора.

### **Подключение с помощью спутникового канала связи**

В данном варианте подключения используются спутниковые каналы, предназначенные для организации доступа в Internet через геостационарные спутники.

Типичный комплект подключения состоит из параболической антенны типа VSAT (Very Small Aperture Terminal), усилителя сигнала и спутникового модема. Внешний вид абонентского комплекса спутниковой связи представлен на Рис. П-3.



Рис. П-3. Спутниковый комплекс для подключения к сети Internet

Высокочастотный сигнал от усилителя передается по коаксиальному кабелю в модем, который осуществляет преобразование поступающих данных в формат Ethernet. Антенна настраивается на геостационарный спутник по максимуму принимаемого сигнала. К спутниковому модему непосредственно подключается компьютер или маршрутизатор.

Такой комплекс рекомендуется использовать в тех местах, где отсутствует возможность подключения к провайдеру Internet, а также когда скорость обмена данными другими способами недостаточна. Например, в компании «Газпром» доступ в Internet на скорости до 100 Мбит/с обеспечивается через геостационарный спутник Ямал 601.

#### **Подключение с помощью модема сотовой сети 4G/LTE**

Сети сотовой связи 4G/LTE обеспечивают достаточно высокую скорость обмена данными (до 100 Мбит/с) и позволяют подключать к Internet не только отдельные компьютеры, но и локальные сети.

Для подключения к Internet через сеть сотовой связи 4G/LTE используются:

- радиомодем 4G/LTE с SIM-картой и интерфейсом USB;
- внешняя радиоантенна диапазона 4G/LTE (2,5-2,7 ГГц), если уровень сигнала сотовой связи недостаточен для применения антенны, встроенной в модем;
- коаксиальный кабель для подключения внешней антенны к модему.

Внешний вид указанных элементов и схема их соединения показаны на Рис. П-4. USB-модем показан со снятой крышкой для демонстрации места установки SIM-карты.



Внешние антенны подключаются непосредственно к модему коаксиальным кабелем с помощью специальных разъемов. Существует несколько типов подобных разъемов, поэтому при подключении следует убедиться в их совместимости.



Рис. П-4. Схема соединений и внешний вид элементов для подключения компьютера к Internet через модем сети сотовой связи 4G/LTE

Если необходимо с помощью 4G/LTE-модема организовать доступ в Internet домашней локальной сети, модем должен быть подключён к интерфейсу USB маршрутизатора.

Некоторые модемы могут комплектоваться встроенной точкой доступа Wi-Fi. В этом случае нет необходимости в непосредственном подключении модема к компьютеру через порт USB. Для функционирования такого устройства необходимо только обеспечить ему электропитание с помощью блока питания с разъемом USB. Пример такого подключения показан на Рис. П-5.



Рис. П-6. Схема подключения локальной сети к Internet через модем 4G/LTE с встроенной точкой доступа Wi-Fi

## Подключение с помощью смартфона

Данный вариант подключения удобен в дороге или в том случае, когда кабельное подключение к поставщику услуг (провайдеру Internet) не представляется возможным. Схема подключения к Internet с помощью смартфона показана на Рис. П-6.



Рис. П-6. Схема подключения к Internet с помощью смартфона

Смартфон может выполнять функции модема 4G/LTE или модема 4G/LTE с встроенной точкой доступа Wi-Fi. При этом возможны следующие варианты подключения смартфона к компьютеру:

- по кабелю USB;
- по радиоканалу Bluetooth;
- по радиоканалу Wi-Fi.

Как легко видеть, в данном случае смартфон выполняет функции модема сотовой связи с встроенной точкой доступа Wi-Fi.

## СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОМАШНЕЙ WI-FI СЕТИ

### Использование встроенной в маршрутизатор точки доступа Wi-Fi

Внешний вид маршрутизатора с встроенной точкой доступа Wi-Fi и компьютеры домашней локальной сети показаны на Рис. П-7.



Рис. П-7. Внешний вид маршрутизаторов со встроенной точкой доступа Wi-Fi

Маршрутизатор, с одной стороны, обеспечивает подключение к сети Internet через соответствующий интерфейс, как это рассмотрено в Приложении 1 и исследуется в Лабораторной работе № 1. С другой стороны, он формирует беспроводную локальную сеть за счёт встроенной в него точки доступа Wi-Fi.

Стандарты Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g/n/ac), по которым работает беспроводная сеть, и возможность одновременного функционирования в частотных диапазонах 2.4 ГГц и 5 ГГц, определяются конкретной моделью маршрутизатора.

### Использование автономной точки доступа Wi-Fi

Автономные точки доступа Wi-Fi используются для построения домашней беспроводной локальной сети в том случае, когда для доступа в Internet применяется маршрутизатор, в котором отсутствует встроенная точка доступа Wi-Fi или такая точка доступа не обеспечивает требуемую зону покрытия для беспроводной сети.

Примеры внешнего вида автономных точек доступа Wi-Fi показаны на Рис. П-8.



Рис. П-8. Внешний вид автономных точек доступа Wi-Fi

Автономные точки доступа Wi-Fi могут иметь несколько конструктивных исполнений:

- с внешними или встроенными антеннами;
- для диапазона радиочастот 2.4 ГГц, или 5 ГГц, или для обоих диапазонов;
- для установки на стену, потолок или на кронштейн;
- для установки в помещении (Indoor) и вне помещений (Outdoor);
- с электропитанием по кабелю сети Ethernet (Power over Ethernet – PoE) или от стандартной сети 220В/50Гц.

Интерфейсом связи точки доступа Wi-Fi с проводной локальной сетью или с устройством доступа в Internet служит разъём Ethernet RJ-45 (см. Рис. П2-2). Как и встроенные в маршрутизатор точки доступа, автономные точки доступа поддерживают различные стандарты Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g/n/ac) и могут функционировать в двух частотных диапазонах одновременно.

### **Использование встроенной в 4G/LTE модем точки доступа Wi-Fi**

В ряде случаев для осуществления подключения к сети Internet используются модемы сотовой связи 4G/LTE. Некоторые модели таких модемов оснащаются встроенными точками доступа Wi-Fi, что позволяет им функционировать в качестве примитивных маршрутизаторов,

обеспечивая передачу информации между сетью сотовой связи и сетью Wi-Fi.

Для функционирования модема с встроенной точкой доступа необходимо обеспечить его электропитание с помощью стандартного блока питания с USB-разъемом. Схема использования модема 4G/LTE в качестве точки доступа Wi-Fi показана на Рис. П-9.

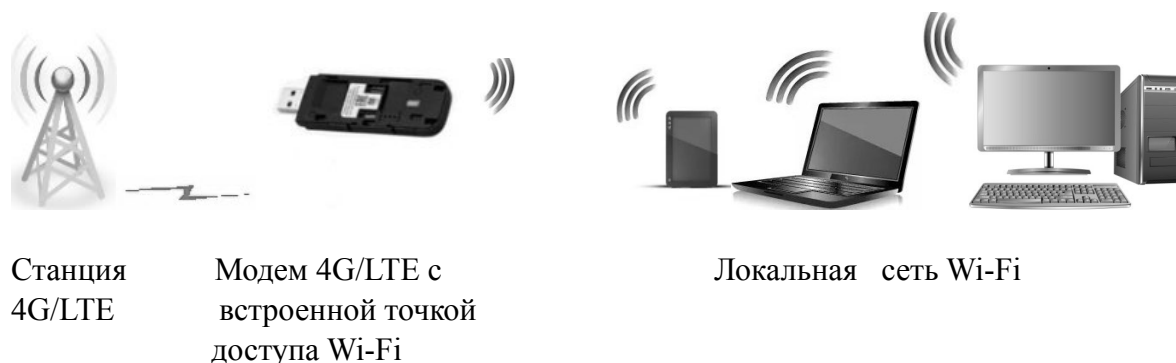


Рис. П-9. Схема использования 4G/LTE модема со встроенной точкой доступа Wi-Fi

Модем 4G/LTE изображен без блока питания и без антенн, со снятой крышкой, чтобы показать место установки SIM-карты. Таким образом, такой модем обеспечивает подключение к нему через встроенную точку доступа Wi-Fi нескольких беспроводных устройств (планшетов, смартфонов, компьютеров). Как правило, из-за ограниченности ресурсов модема и возможностей встроенной в него точки доступа Wi-Fi количество одновременно работающих устройств не превышает 10, а функционирование беспроводной сети обеспечивается только в одном частотном диапазоне (как правило, 2.4 ГГц).

### Использование смартфона в качестве точки доступа Wi-Fi

Современные модели смартфонов поддерживают функцию точки доступа Wi-Fi и могут использоваться в этом качестве. Схема использования такого смартфона как точки доступа Wi-Fi приведена на Рис. П-10. Данный вариант подключения функционально эквивалентен предыдущему.



доступа Wi-Fi

Рис. П-10. Схема использования смартфона в качестве точки доступа Wi-Fi

### Приложение 3

## СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КОМПЬЮТЕРА К WI-FI СЕТИ

### Использование внутреннего контроллера Wi-Fi

Внутренние контроллеры Wi-Fi сети могут быть интегрированы на материнскую плату компьютера, что характерно для ноутбуков, или установлены в компьютер в виде отдельной платы с интерфейсом PCI-E. Внешний вид контроллеров Wi-Fi, выполненных в виде отдельной платы, показан на Рис. П-11.



Рис. П-11. Внешний вид внутренних контроллеров Wi-Fi

Контроллеры для подключения компьютера к сети Wi-Fi различаются по следующим параметрам:

- поддерживаемые стандарты Wi-Fi;
- возможность одновременного функционирования в частотных диапазонах 2.4 ГГц и 5 ГГц;
- наличие, тип и количество антенн;
- конструкция и размеры платы.

### Использование внешних контроллеров Wi-Fi

Если внутренние контроллеры недоступны, для подключения к сети Wi-Fi следует применять внешние контроллеры. Наиболее

распространенными и простыми в использовании являются внешние контроллеры, подключаемые по интерфейсу USB. Такие контроллеры чаще всего используют внутреннюю антенну, но могут комплектоваться и внешней антенной для расширения зоны покрытия сети Wi-Fi. Как и внутренние контроллеры, данные устройства могут поддерживать несколько стандартов Wi-Fi (IEEE 802.11a/b/g/n/ac) и функционировать одновременно в двух частотных диапазонах.

Примеры внешних USB-контроллеров для подключения компьютера к сети Wi-Fi показаны на Рис. П-12.



Рис. П-12. Примеры внешних USB-контроллеров Wi-Fi

Наряду с внешними USB-контроллерами для подключения к сети Wi-Fi могут использоваться внешние контроллеры, подключаемые к компьютеру по интерфейсу Ethernet (разъем RJ-45). В этом случае такой контроллер функционирует в качестве моста между проводной и беспроводной локальной сетью. Пример такого внешнего контроллера приведен на Рис. П-13.



RJ-45    Электропитание  
Ethernet

Рис. П-13. Пример внешнего контроллера Wi-Fi с подключением по интерфейсу RJ-45 Ethernet

### **Использование смартфона в качестве внешнего контроллера Wi-Fi**

Если перечисленные варианты подключения компьютера к сети Wi-Fi реализовать не удастся, возможно применение смартфона в качестве внешнего USB-контроллера Wi-Fi.

Схема такого подключения показана на Рис. П-14.



Рис. П-14. Использование смартфона в качестве внешнего USB-контроллера для подключения к сети Wi-Fi

Функционально такое подключение эквивалентно использованию внешнего USB контроллера Wi-Fi, но может не поддерживаться некоторыми моделями смартфонов.



*Производственно-практическое издание*

**Рыбинцев Владимир Олегович  
Широков Владимир Леонидович**

**ПОСТРОЕНИЕ ДОМАШНИХ  
ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ**  
Лабораторные работы № 1-3

Методические указания

Редактор xxxxxxxxx  
Компьютерная вёрстка xxxxxxxxxxxx

---

Подписано в печать	дд.мм.2023	Печать цифровая	Формат 60x84/16
Физ. печ. л.	х,у	Тираж 100 экз	Изд. № nn-yyу
			Заказ xxx/И

Оригинал-макет подготовлен РИО НИУ МЭИ,  
111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14  
Отпечатано в типографии НИУ МЭИ,  
111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 13

