

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по дисциплине
«Организация ЭВМ и вычислительных систем»

Тема: «Выбор оптимального варианта беспроводного роутера для ПК»

Выполнил: ст. гр. 221-331 Балобан К.Ю.
Проверил: доцент, к.т.н. Пителинский К.В.

Москва – 2022

Содержание

Введение	2
Теоретическая часть.....	2
Принцип работы роутера.	4
Роутер TP-Link Archer AX53 [1].....	8
Роутер Keenetic Sprinter [2]	9
Роутер HUAWEI AX3 WS7200 [3]	10
Метод анализа иерархий и его применение	11
Практическая часть	12
Построение матрицы попарных сравнений	14
Сравнение альтернатив по критериям	15
Методика анализа матриц (нормирование матрицы)	18
Расчет показателей по критерию «Безопасность соединения».....	22
Расчет показателей по критерию «Цена»	22
Расчет показателей по критерию «Тип подключения».....	23
Расчет показателей по критерию «Функции VPN».....	24
Расчет показателей по критерию «Скорость передачи по проводному подключению».....	24
Расчет показателей по критерию «Максимальная скорость по частоте 2,4 ГГц»	25
Расчет показателей по критерию «Максимальная скорость по частоте 5 ГГц»	26
Расчет показателей по критерию «Стандарт Wi-Fi»	27
Определение весов альтернатив	27
Вывод:.....	29
Список литературы	30

Введение

Маршрутизатор или роутер — это устройство, которое принимает сетевой сигнал от провайдера и передает этот сигнал всем домашним устройствам. Если рассматривать эту технологию очень просто, то современный маршрутизатор получает интернет и «делится» им с подключенными девайсам. Это могут быть обычные телефоны, компьютеры и прочие гаджеты с опцией интернет-соединения.

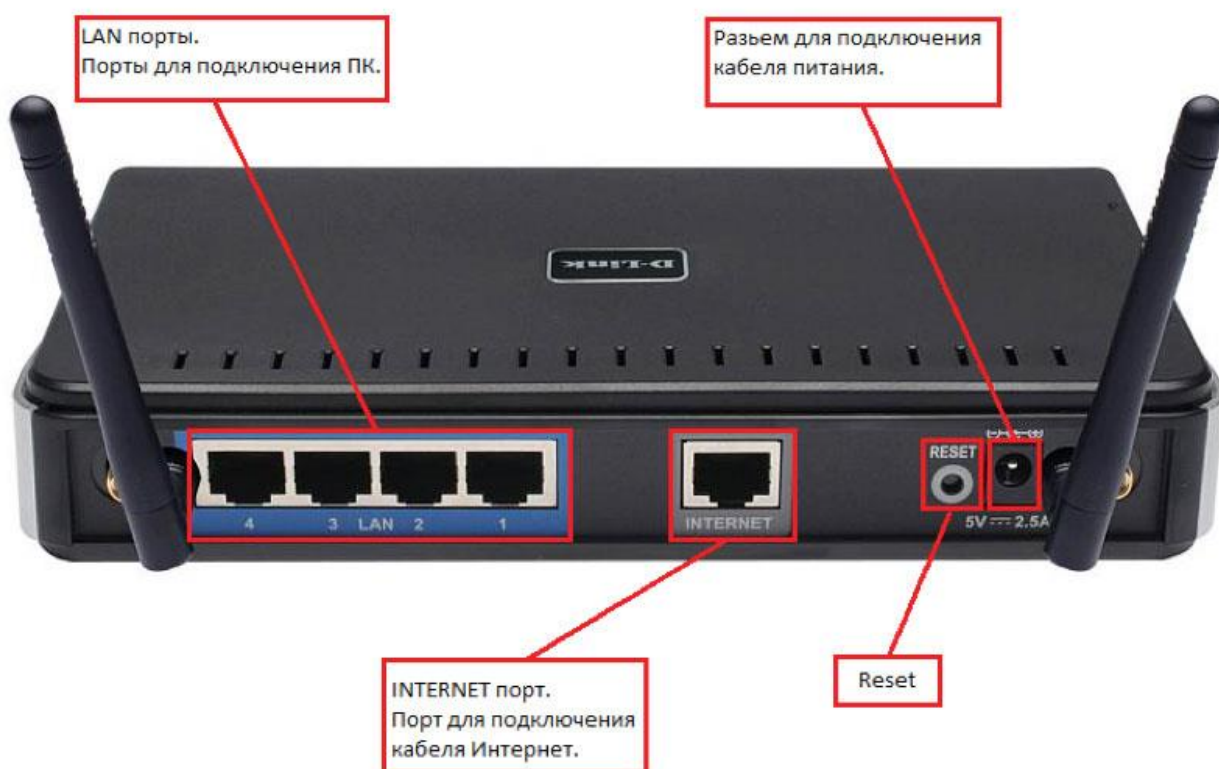


Рис. 1. Внешний вид стандартного роутера

Теоретическая часть

К основным показателям роутера относят:

1. Тип WAN порта. На сегодняшний день распространены следующие виды подключений:
 - ADSL — подключение к интернету по телефонной линии, для такого подключения должен быть разъем на роутере — RJ-11.
 - Ethernet — «витая пара» или стандартный сетевой кабель, с разъемом — RJ-45.
 - USB — подключение модема, этот тип беспроводного интернета в основном распространен среди операторов сотовой связи.

- SFP – подключается к оптоволокну, используемому как сетевой кабель.
2. Поддержка протоколов. Разные провайдеры используют разные протоколы передачи данных и всегда необходимо учитывать, какой именно тип протокола использует провайдер услуг для доступа в Интернет. В большинстве случаев это:
 - PPTP
 - IPsec
 - L2TP
 - PPPoE
 3. Скорость и количество LAN-портов. Роутеры из низкой ценовой категории, обычно, комплектуются одним или четырьмя LAN портами типа Fast-Ethernet, которые работают на скорости до 100 Mbps (мега бит в секунду). Маршрутизаторы средней и высокой ценовой категории могут комплектоваться LAN портами типа Gigabit-Ethernet, которые работают на скорости до 1 Gbps (гигабит в секунду) = 1000 Mbps.
 4. Скорость Wi-Fi и частотный диапазон. Не менее важный технический аспект – поддержка Wi-Fi и скорость беспроводной сети. В большое количество новых роутеров встроен модуль Wi-Fi. Но зачастую в торговом секторе всё ещё можно встретить Wi-Fi роутер без этой технологии. Доступные на рынке на текущий момент маршрутизаторы поддерживают следующие стандарты:
 - 802.11g – стандарт скорости передачи до 54 Mbps
 - 802.11n – стандарт скорости передачи до 450 Mbps
 - 802.11ac – стандарт скорости передачи до 1.3 Gbps

Сейчас лучше всего выбирать роутеры с Wi-Fi 802.11n стандартом – до 450 Mbps. Этот стандарт лучше, чем 802.11g с ограничением 54 Mbps. Так как при скорости интернета в 100 Мбит/сек, при покупке WiFi роутера со скоростью, ограниченной стандартом 802.11g, – 54 Мбит/сек. В этом случае, интернет по беспроводной сети будет как минимум вдвое медленнее, чем он мог быть на самом деле.

5. Наличие USB порта для принтера или модема – USB порт является удобной и зачастую необходимой пользователям технологией, потому что многие провайдеры услуг предоставляют доступ в интернет для

отдаленных населенных пунктов только посредством USB модема. Что в данном случае, при наличии такого порта – позволяет раздавать Wi-Fi на несколько устройств от модема.

6. Поддержка VPN туннелей – безопасность в наше время немаловажный аспект, в связи с внешними факторами, накаляющейся обстановкой и постоянным уходом западных ресурсов, наличие возможности создавать VPN туннели и организовывать VPN точки доступов – просто необходимость. Также эта технология обеспечивает надежную защиту данных, которые передаются через соединение.

Принцип работы роутера.

Принцип работы роутера состоит из множества ступеней. Главная цель роутера и его задумки - выступать промежуточным звеном между двумя сетями, которые работают по разным принципам. Роутер по-другому можно назвать шлюзом.

В наше время провайдеры предоставляют услугу интернет, путём проведения сети внутри города. Но для нас эта сеть глобальная или внешняя, так как находится не внутри квартиры или дома, а за их пределами. В любом случае можно протянуть провод от провайдера до устройства непосредственно, но это не удобно и очень затратно для обеих сторон. Ведь это огромный пласт работ для провайдера, да и пользоваться интернетом сможет только один человек в доме с одного устройства, что сказывается на удобстве и комфорте пользования интернета в целом.

И именно для целей распространения глобальной сети, предоставляемой провайдером локально, и придумали роутер. Само понятие роутер от английского Router, от которого произошло русифицированное название, переводится именно как «маршрутизатор». По своей сути роутер и маршрутизатор это одно и тоже устройство, устройство маршрутизации.

Само понятие маршрутизация – определение и выбор оптимального маршрута передачи данных в сети. Отсюда можно прийти к выводу, что роутер – это устройство, которое основывает свой принцип работы на маршрутизации сети. Маршрутизация роутером производится посредством таблицы

маршрутизации, которая составляется и хранится в памяти у роутера. Внутри роутера находится процессор, который просчитывает эти самые маршруты по таблице маршрутизации и выбирает лучший маршрут в каждом конкретном случае. Количество маршрутов определяется количеством устройств, работающих в сети, созданной роутером, в данный момент времени. Благодаря этой таблице создается организованная сеть, в которой каждый сигнал имеет свой путь и не перебивается с другими. Причем схема роутера так настроена, что каждый сигнал от каждого подключенного компьютера имеет наиболее оптимальный маршрут и минимальное время получения ответа.

Сетевой адрес	Маска	Адрес шлюза	Интерфейс	Метрика
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
0.0.0.0	0.0.0.0	198.21.17.7	198.21.17.5	1
56.0.0.0	255.0.0.0	213.34.12.4	213.34.12.3	15
116.0.0.0	255.0.0.0	213.34.12.4	213.34.12.3	13
129.13.0.0	255.255.0.0	198.21.17.6	198.21.17.5	2
198.21.17.0	255.255.255.0	198.21.17.5	198.21.17.5	1
198.21.17.5	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	1

Рис. 2. Таблица маршрутизации роутера



Рис. 3. Роутер изнутри

Маршрутизатор имеет собственный IP-адрес в интернете. А сам он постоянно обращается к элементам локальной сети, используя при этом IP-адреса, созданные им для них. Таким образом, по одному каналу связи сразу несколько устройств получают доступ к глобальной сети, используя технологию Wi-Fi. Роутер умеет создавать два типа сетей – локальную и с выходом в интернет. Локальные сети – сети, в которых данные передаются в пределах определенной группы устройств и не уходят к провайдеру. Сети с доступом в интернет отличаются тем, что тут данные проходят от устройства к роутеру, а далее к провайдеру. Маршрутизатор принимает сигнал из внешней сети, строит внутреннюю сеть между подключенными устройствами и раздает на эти устройства интернет. Но также все подключенные аппараты могут обмениваться внутри информацией.

Создание сетей с выходом в интернет и является основной задачей, которую помогают решать роутеры и для которой они приобретаются конечными потребителями. Происходит это следующим образом:

1. Провайдер предоставляет свой кабель до роутера конечного пользователя
2. Пользователь подключает кабель в специальный входной разъем WAN на своем роутере
3. Роутер в автоматическом режиме производит настройку по полученным от провайдера данным, эту настройку также можно производить в ручном режиме. А именно:
 - Роутер получает от провайдера внешний IP адрес, который будет его определять в глобальной сети
 - Роутер создает внутреннюю сеть и начинает вести таблицу маршрутизации, записывая туда все устройства, которые уже подключены или будут подключены к нему
4. Роутер по кабелю получает сигналы от провайдера и подает на антенны специальный ток. Ток излучается в виде электромагнитных волн.
5. Излучение разлетается во все стороны, проходит сквозь воздух, бетон, металл, частично путается в местных атомах, частично глушится, но всё-таки долетает до наших компьютеров и смартфонов.
6. На принимающих устройствах также стоят Wi-Fi модули, которые ловят этот сигнал, распознают информацию, которая касается только их и обрабатывают её.

Первично роутер отправляет в свой эфир сигнал, что в сети есть устройство маршрутизации и данные, которые необходимы для подключения к нему. Если принимающему устройству требуется Wi-Fi, то оно принимает эти сигналы и подключается к роутеру, а остальные устройства игнорируют такие сигналы.

В качестве офисного Wi-Fi роутера имеет смысл выбрать роутер из среднего ценового диапазона, который обеспечивает, в частности, комфортное пользование услугами провайдера, обеспечивает достаточный уровень общей безопасности и безопасности сети и выбрать лучший из них согласно методу анализа иерархий (метода Т. Саати). Проведя исследование по приведенным в таблице 1 значащим функциональным характеристикам по интернет-источникам, было выбрано 3 различных Wi-Fi роутера (см. ниже).

Таблица 1. Функциональные характеристики Wi-Fi роутера

№	Характеристика	Значение
1.	Цена (руб.)	Важно
2.	Процессор	Важно
3.	Тип подключения	Важно
4.	Стандарт Wi-Fi	Важно
5.	Количество LAN портов	Важно

6.	Скорость передачи по проводному подключению	Важно
7.	Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц	Важно
8.	Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	Важно
9.	USB разъем	Важно
10	Функции VPN	Важно
11	Протоколы динамической маршрутизации	Важно
12	Безопасность соединения	Важно

Далее по выбранным характеристикам опишем выбранные роутеры (см. таблицы 2, 3 и 4)

Роутер TP-Link Archer AX53 [1]



Таблица 2. Функциональные характеристики роутера
TP-Link Archer AX53

№	Характеристика	Значение
1.	Цена (руб.)	4 499 Р
2.	Процессор	1.5 ГГц 2 ядра
3.	Тип подключения	Ethernet
4.	Стандарт Wi-Fi	6 (802.11ax), 5 (802.11ac), 4 (802.11n)
5.	Количество LAN портов	4
6.	Скорость передачи по проводному подключению	1000 Мбит/с
7.	Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц	574 Мбит/с
8.	Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	2402 Мбит/с
9.	USB разъем	Нет
10.	Функции VPN	OpenVPN, PPTP

11.	Протоколы динамической маршрутизации	IGMP snooping, IGMP proxy
12.	Безопасность соединения	WPA3, WPA-Enterprise, WPA2-Enterprise, WPA2, WPA

Роутер Keenetic Sprinter [2]



Таблица 3. Функциональные характеристики роутера Keenetic Sprinter

№	Характеристика	Значение
1.	Цена (руб.)	6 999 ₽
2.	Процессор	0.9 ГГц 2 ядра
3.	Тип подключения	Ethernet
4.	Стандарт Wi-Fi	6 (802.11ax), 5 (802.11ac), 4 (802.11n)
5.	Количество LAN портов	3
6.	Скорость передачи по проводному подключению	1000 Мбит/с
7.	Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц	574 Мбит/с
8.	Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	1201 Мбит/с
9.	USB разъем	Нет

10.	Функции VPN	SSTP client, OpenVPN server, SSTP server, IPSec client, L2TP Server, PPTP server, L2TP client, OpenVPN client, IPSec server, PPTP client
11.	Протоколы динамической маршрутизации	IGMP
12.	Безопасность соединения	OWE, WPA2-Enterprise, WEP, WPA3-PSK, WPA-PSK, WPA2-PSK

Роутер HUAWEI AX3 WS7200 [3]



Таблица 4. Функциональные характеристики роутера
HUAWEI AX3 WS7200

№	Характеристика	Значение
1.	Цена (руб.)	4 799 ₽
2.	Процессор	1.4 ГГц 4 ядра
3.	Тип подключения	Ethernet
4.	Стандарт Wi-Fi	6 (802.11ax), 5 (802.11ac), 4 (802.11n)
5.	Количество LAN портов	3

6.	Скорость передачи по проводному подключению	1000 Мбит/с
7.	Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц	574 Мбит/с
8.	Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	2402 Мбит/с
9.	USB разъем	Нет
10.	Функции VPN	VPN pass through
11.	Протоколы динамической маршрутизации	Не описаны
12.	Безопасность соединения	WPA3-SAE, WPA, WPA2-PSK

Видно, что роутеры имеют сходные функциональные характеристики, поэтому для более объективного выбора имеет смысл выбрать в качестве математического аппарата исследования метод анализа иерархий (метод Т. Саати).

Метод анализа иерархий и его применение

Метод анализа иерархий (далее - МАИ) - математический аппарат системного подхода к сложным проблемам теории принятия управленческих решений, позволяющий лицу, принимающему решение (далее - ЛПР), в итерационной процедуре найти вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием (как эксперта в своей предметной области) сути проблемы и требований к её решению. Относится к классу критериальных методов и ведет ЛПР не к оптимальному решению, а к варианту, наилучшим образом согласующемуся с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

В основе метода заложены и психологические аспекты. МАИ позволяет естественным и логичным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде некой иерархии, проведя количественную оценку различных вариантов решения. Метод разработан американским математиком Томасом Л. Саати и широко используется на практике и активно развивается учеными всего мира. Есть различные программные продукты, алгоритмически реализующие МАИ.

Анализ проблемы принятия решений в МАИ начинается с создания иерархической структуры, отражающей понимание проблемы ЛПР (содержащей цель, критерии, альтернативы и иные факторы, влияющие на его выбор).

Каждый элемент иерархии отражает разные аспекты проблемы, причем во внимание принимают измеряемые количественные параметры и качественные характеристики, материальные и нематериальные факторы, субъективные экспертные оценки и объективные данные (т.е. анализ ситуации при выборе решения в МАИ сходен с интуитивными процедурами и методами аргументации).

Потом по процедуре попарных сравнений выделяют приоритеты, представляющих относительную предпочтительность элементов построенной иерархической структуры. Безразмерные приоритеты позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы, что является достоинством МАИ. В финале анализа выполняется синтез (т.н. линейная свертка) приоритетов иерархии, после находят приоритеты альтернативных решений для главной цели (тут лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета) [4].

Алгоритм применения МАИ приведен на. рис 4.

Шаг	Действие
1.	Выделение проблемы. Определение цели
2.	Выделение основных критериев и альтернатив
3.	Построение иерархии: дерево от цели через критерии к альтернативам
4.	Построение матрицы попарных сравнений критериев по цели и альтернатив по критериям
5.	Применение методики анализа полученных матриц
6.	Определение весов альтернатив по системе иерархии

Рис. 4. Алгоритм применения МАИ

Практическая часть

Сформулируем в согласии с МАИ цель: произвести выбор оптимального варианта массовой закупки Wi-Fi роутера для корпоративного использования с высоким уровнем общей безопасности и безопасности сети из трех определенных по выбору пользователей вариантов. Основные критерии:

1. Цена (руб.)
2. Процессор
3. Тип подключения
4. Стандарт Wi-Fi

5. Количество LAN портов
6. Скорость передачи по проводному подключению
7. Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц
8. Максимальная скорость по частоте 5 ГГц
9. USB разъем
10. Функции VPN
11. Протоколы динамической маршрутизации
12. Безопасность соединения

Основные альтернативы (выбор покупаемого роутера):

TP-Link Archer AX53

Keenetic Sprinter

HUAWEI AX3 WS7200

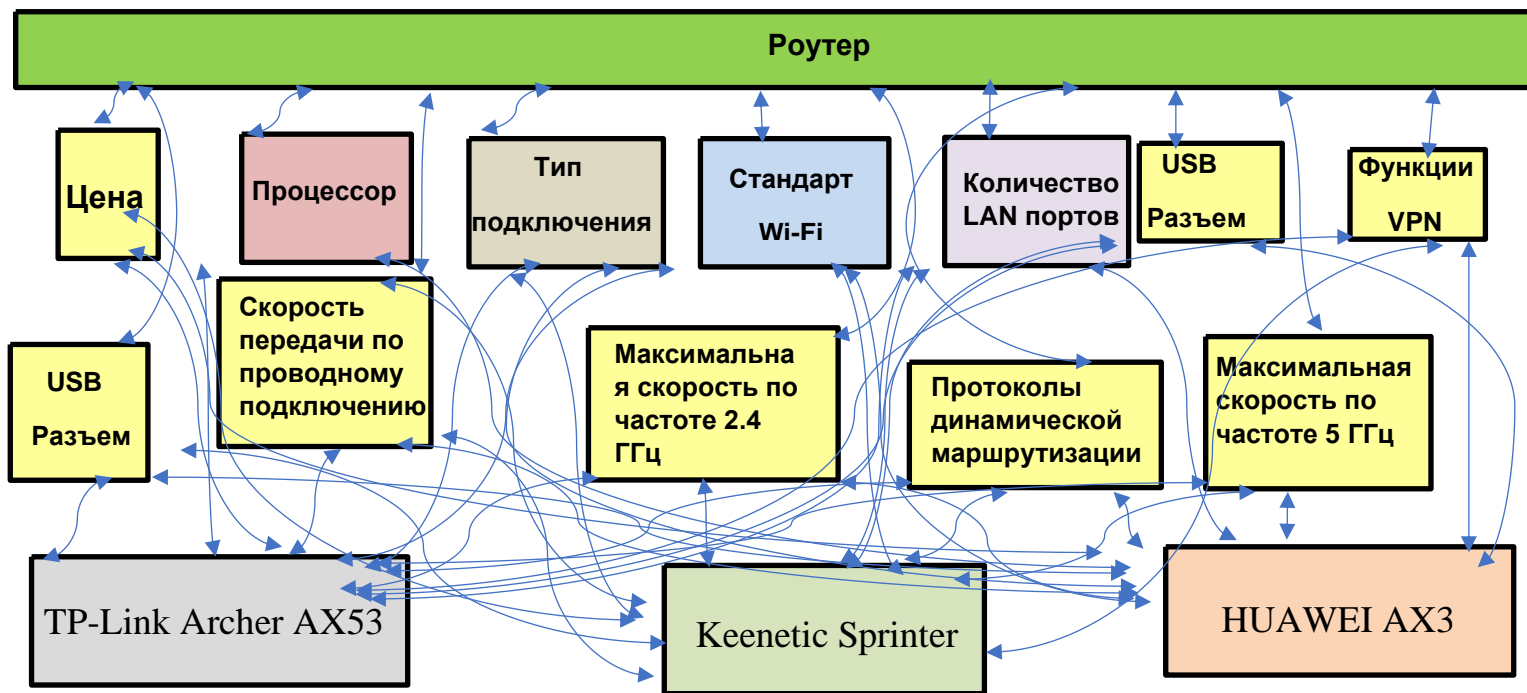


Рис. 5. Построение дерева альтернатив

Проведем построение матрицы попарных сравнений.

Сравнение критериев выполняется по качественной шкале, с последующим преобразованием в баллы: - равно, безразлично = 1;

- немного лучше (хуже) = 3 (1/3);
- лучше (хуже) = 5 (1/5);
- значительно лучше (хуже) = 7 (1/7);

- принципиально лучше (хуже) = 9 (1/9).

Для усредненной оценки используют промежуточные баллы 2, 4, 6, 8.

Построение матрицы попарных сравнений

Составляем матрицу a_{ij} - отношение критерия i к критерию j , где $a_{ji}=1/a_{ij}$ и $a_{ii}=1$

Таблица 5. Матрица попарных сравнений для критериев

Критерии	Цена	Процессор	Тип подключения	Стандарт Wi-Fi	Количество LAN портов	Скорость передачи по проводному подключению	Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц	Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	USB разъем	Функции VPN	Протоколы динамической маршрутизации	Безопасность соединения
Цена	1	9	8	8	9	7	8	8	7	8	5	1
Процессор	1/9	1	1/9	1/3	1/8	1	1	1	1/9	1/9	1/7	1/9
Тип подключения	1/8	9	1	9	7	1	8	8	9	1/9	9	1/9
Стандарт Wi-Fi	1/8	3	1/9	1	7	1	1	1	9	7	8	1/9
Количество LAN портов	1/9	8	1/7	1/7	1	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9
Скорость передачи по проводному подключению	1/7	1	1	1	9	1	1	1	9	7	9	1/9
Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц	1/8	1	8	1	9	1	1	1	9	8	9	1/9
Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	1/8	1	8	1	9	1	1	1	9	8	9	1/9
USB разъем	1/7	9	1/9	1/9	9	1/9	1/9	1/9	1	1/9	1/7	1/9

Функции VPN	1/8	9	9	1/7	9	1/7	1/8	1/8	9	1	9	1/9
Протоколы динамической маршрутизации	1/5	7	1/9	1/8	9	1/9	1/9	1/9	7	1/9	1	1/9
Безопасность соединения	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1

Сравнение альтернатив по критериям

Составляем аналогичные матрицы сравнения вариантов (альтернатив) по каждому критерию.

Таблица 6. Матрица попарных сравнений для критерия «Цена»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	8	2
Keenetic Sprinter	1/8	1	1/8
HUAWEI AX3 WS7200	1/2	8	1

Таблица 7. Матрица попарных сравнений для критерия «Процессор»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	8	1/9
Keenetic Sprinter	1/8	1	1/9
HUAWEI AX3 WS7200	9	9	1

Таблица 8. Матрица попарных сравнений для критерия

«Тип подключения»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1	1
Keenetic Sprinter	1	1	1

HUAWEI AX3 WS7200	1	1	1
------------------------------	---	---	---

Таблица 9. Матрица попарных сравнений для критерия

«Стандарт Wi-Fi»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1	1
Keenetic Sprinter	1	1	1
HUAWEI AX3 WS7200	1	1	1

Таблица 10. Матрица попарных сравнений для критерия

«Кол-во LAN
портов»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	6	6
Keenetic Sprinter	1/6	1	1
HUAWEI AX3 WS7200	1/6	1	1

Таблица 11. Матрица попарных сравнений для критерия

«Скорость передачи по проводному подключению»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1	1
Keenetic Sprinter	1	1	1
HUAWEI AX3 WS7200	1	1	1

Таблица 12. Матрица попарных сравнений для критерия

«Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1	1
Keenetic Sprinter	1	1	1
HUAWEI AX3 WS7200	1	1	1

Таблица 13. Матрица попарных сравнений для критерия

«Максимальная скорость по частоте 5 ГГц»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	9	1
Keenetic Sprinter	1/9	1	1/9
HUAWEI AX3 WS7200	1	9	1

Таблица 14. Матрица попарных сравнений для критерия

«USB разъем»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1	1
Keenetic Sprinter	1	1	1
HUAWEI AX3 WS7200	1	1	1

Таблица 15. Матрица попарных сравнений для критерия

«Функции

VPN»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1/9	3
Keenetic Sprinter	9	1	9
HUAWEI AX3 WS7200	1/3	1/9	1

Таблица 16. Матрица попарных сравнений для критерия

«Протоколы динамической маршрутизации»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	3	5
Keenetic Sprinter	1/3	1	5
HUAWEI AX3 WS7200	1/5	1/5	1

Таблица 17. Матрица попарных сравнений для критерия

«Безопасность соединения»

Модель	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1/5	1
Keenetic Sprinter	5	1	5
HUAWEI AX3 WS7200	1	1/5	1

Методика анализа матриц (нормирование матрицы)

- Находим сумму элементов каждого столбца. $S_j = a_{1j} + a_{2j} + \dots + a_{nj}$
- Делим все элементы матрицы на сумму элементов соответствующего столбца: $A_{ij} = a_{ij} / S_j$

Критерии	Цена	Процессор	Тип подключения	Стандарт Wi-Fi	Количество LAN портов	Скорость передачи по проводному подключению	Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц	Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	USB разъем	Функции VPN	Протоколы динамической маршрутизации	Безопасность соединения
Цена	1	9	8	8	9	7	8	8	7	8	5	1
Процессор	1/9	1	1/9	1/3	1/8	1	1	1	1/9	1/9	1/7	1/9
Тип подключения	1/8	9	1	9	7	1	8	8	9	1/9	9	1/9
Стандарт Wi-Fi	1/8	3	1/9	1	7	1	1	1	9	7	8	1/9
Количество LAN портов	1/9	8	1/7	1/7	1	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9
Скорость передачи по проводному подключению	1/7	1	1	1	9	1	1	1	9	7	9	1/9
Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц	1/8	1	1/8	1	9	1	1	1	9	8	9	1/9
Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	1/8	1	1/8	1	9	1	1	1	9	8	9	1/9
USB разъем	1/7	9	1/9	1/9	9	1/9	1/9	1/9	1	1/9	1/7	1/9

Функции VPN	1/8	9	9	1/7	9	1/7	1/8	1/8	9	1	9	1/9
Протоколы динамической маршрутизации	1/5	7	1/9	1/8	9	1/9	1/9	1/9	7	1/9	1	1/9
Безопасность соединения	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1
Сумма	3,33	67	12.94	30.85	87.12	22.47	30.45	30.45	78.2	48.5	68.39	3.1

Таблица 18. Нормированная матрица сравнений для критериев

Критерии	Цена	Процессор	Тип подключения	Стандарт Wi-Fi	Количество LAN портов	Скорость передачи по проводному подключению	Максимальная скорость по частоте 2.4 ГГц	Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	USB разъем	Функции VPN	Протоколы динамической маршрутизации	Безопасность соединения
Цена	0,030	0,134328	0,618238	0,259319	0,10330578512396694214876	0,311526	0,262726	0,262726	0,0895141	0,164948	0,0731101	0,322580645161290
Процессор	0,003336670	0,0149254	0,00858664	0,010805	0,0014348025711	0,0445038	0,0328407	0,0328407	0,00142086	0,00229095	0,00208886	0,035842293906810
Тип подключения	0,00375	0,134328	0,0772798	0,291734	0,08034894398530762167125	0,0445038	0,262726	0,262726	0,11509	0,00229095	0,131598	0,035842293906810
Стандарт Wi-Fi	0,00375	0,0447761	0,00858664	0,0324149	0,08034894398530762167125	0,0445038	0,0328407	0,0328407	0,11509	0,14433	0,116976	0,035842293906810
Количество LAN портов	0,03336670	0,119403	0,01104	0,0046307	0,01147842056932966023875	0,00494486	0,00364897	0,00364897	0,00142086	0,00229095	0,00162467	0,035842293906810

Скорость передачи по проводному подключению	0,04290	0,0149254	0,0772798	0,0324149	0,10330578512396694214876	0,0445038	0,0328407	0,0328407	0,11509	0,14433	0,131598	0,035842293906810
Максимальная скорость по частоте 2,4 ГГц	0,0375	0,0149254	0,00965997	0,0324149	0,10330578512396694214876	0,0445038	0,0328407	0,0328407	0,11509	0,164948	0,131598	0,035842293906810
Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	0,0375	0,0149254	0,00965997	0,0324149	0,10330578512396694214876	0,0445038	0,0328407	0,0328407	0,11509	0,164948	0,131598	0,035842293906810
USB разъем	0,04290	0,134328	0,00858664	0,00360166	0,10330578512396694214876	0,00494486	0,00364897	0,00364897	0,0127877	0,00229095	0,00208886	0,035842293906810
Функции VPN	0,0375	0,134328	0,695518	0,0046307	0,10330578512396694214876	0,00635768	0,00410509	0,00410509	0,11509	0,0206186	0,131598	0,035842293906810
Протоколы динамической маршрутизации	0,006	0,104478	0,00858664	0,00405186	0,10330578512396694214876	0,00494486	0,00364897	0,00364897	0,0895141	0,00229095	0,014622	0,035842293906810
Безопасность соединения	0,030	0,134328	0,695518	0,291734	0,10330578512396694214876	0,400534	0,295567	0,295567	0,11509	0,185567	0,131598	0,322580645161290

В качестве весовых критериев можно использовать среднее геометрическое (или среднее арифметическое) значение для элементов сток матрицы экспертных оценок. Далее находим среднее арифметическое значение для каждой строки из табл. 18.

Критерии	Среднее значение
Цена	0,219
Процессор	0,016
Тип подключения	0,120
Стандарт Wi-Fi	0,058

Количество LAN портов	0,017
Скорость передачи по проводному подключению	0,064
Максимальная скорость по частоте 2,4 ГГц	0,060
Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	0,060
USB разъем	0,027
Функции VPN	0,105
Протоколы динамической маршрутизации	0,032
Безопасность соединения	0,250

Полученный столбец задает «веса» критериев с точки зрения поставленной цели – его называют весовым столбцом критериев по цели.

Критерии	Вес в долях	Вес в процентах
Цена	0,219	21,9%
Процессор	0,016	1,6%
Тип подключения	0,120	12%
Стандарт Wi-Fi	0,058	5,8%
Количество LAN портов	0,017	1,7%
Скорость передачи по проводному подключению	0,064	6,4%
Максимальная скорость по частоте 2,4 ГГц	0,060	6%
Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	0,060	6%
USB разъем	0,027	2,7%
Функции VPN	0,105	10,5%
Протоколы динамической маршрутизации	0,032	3,2%
Безопасность соединения	0,250	25%

Сделаем промежуточный вывод - по степени удовлетворения нашей цели при покупке роутера наиболее весомым критерием является показатель безопасности соединения безопасность соединения (25%), далее следует цена (21,9%), потом идет тип подключения (12%), функции VPN (10,5%) и скорость передачи по проводному подключению (6,4%). Критерии «Максимальная скорость по частоте 2,4 ГГц», «Максимальная скорость по частоте 5 ГГц», «Стандарт Wi-Fi» имеют средний приоритет, который также может повлиять на выбор в зависимости от индивидуального предпочтения пользователя или задачи, в сумме они составляют 17,8%. Критерии «Протоколы динамической маршрутизации», «USB разъем», «Количество LAN портов» и «Процессор»

имеют наименьшие весовые коэффициенты, в сумме составляющие всего 9,2%.

Расчет показателей по критерию «Безопасность соединения»

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1/5	1
Keenetic Sprinter	5	1	5
HUAWEI AX3 WS7200	1	1/5	1
Сумма	7	1,4	7

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	0,14287	0,142857	0,14287
Keenetic Sprinter	0,714286	0,714285	0,714286
HUAWEI AX3 WS7200	0,14287	0,142857	0,14287

Модель	Среднее значение
TP-Link Archer AX53	0,14286567
Keenetic Sprinter	0,71428567
HUAWEI AX3 WS7200	0,14286567

Расчет показателей по критерию «Цена»

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	8	2
Keenetic Sprinter	1/8	1	1/8
HUAWEI AX3 WS7200	1/2	8	1
Сумма	1,625	17	3,125

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	0,615384	0,470588	0,64
Keenetic Sprinter	0,076923	0,0588235	0,04
HUAWEI AX3 WS7200	0,307692	0,470588	0,32

Модель	Среднее значение
TP-Link Archer AX53	0,575324
Keenetic Sprinter	0,05858217
HUAWEI AX3 WS7200	0,36609333

Расчет показателей по критерию «Тип подключения»

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1	1
Keenetic Sprinter	1	1	1
HUAWEI AX3 WS7200	1	1	1
Сумма	3	3	3

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	0,333333	0,333333	0,333333
Keenetic Sprinter	0,333333	0,333333	0,333333
HUAWEI AX3 WS7200	0,333333	0,333333	0,333333

Модель	Среднее значение
--------	------------------

TP-Link Archer AX53	0,333333
Keenetic Sprinter	0,333333
HUAWEI AX3 WS7200	0,333333

Расчет показателей по критерию «Функции VPN»

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1/9	3
Keenetic Sprinter	9	1	9
HUAWEI AX3 WS7200	1/3	1/9	1
Сумма	10,3	1,2	13

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	0,0970874	0,0925	0,230769
Keenetic Sprinter	0,873786	0,83	0,692308
HUAWEI AX3 WS7200	0,0323625	0,0925	0,0769231

Модель	Среднее значение
TP-Link Archer AX53	0,1401188
Keenetic Sprinter	0,798698
HUAWEI AX3 WS7200	0,06726187

Расчет показателей по критерию «Скорость передачи по проводному подключению»

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1	1

Keenetic Sprinter	1	1	1
HUAWEI AX3 WS7200	1	1	1
Сумма	3	3	3

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	0,333333	0,333333	0,333333
Keenetic Sprinter	0,333333	0,333333	0,333333
HUAWEI AX3 WS7200	0,333333	0,333333	0,333333

Модель	Среднее значение
TP-Link Archer AX53	0,333333
Keenetic Sprinter	0,333333
HUAWEI AX3 WS7200	0,333333

Расчет показателей по критерию «Максимальная скорость по частоте 2,4 ГГц»

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1	1
Keenetic Sprinter	1	1	1
HUAWEI AX3 WS7200	1	1	1
Сумма	3	3	3

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	0,333333	0,333333	0,333333

Keenetic Sprinter	0,333333	0,333333	0,333333
HUAWEI AX3 WS7200	0,333333	0,333333	0,333333

Модель	Среднее значение
TP-Link Archer AX53	0,333333
Keenetic Sprinter	0,333333
HUAWEI AX3 WS7200	0,333333

Расчет показателей по критерию «Максимальная скорость по частоте 5 ГГц»

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	9	1
Keenetic Sprinter	1/9	1	1/9
HUAWEI AX3 WS7200	1	9	1
Сумма	2,1	19	2,1

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	0,476190	0,473684	0,476190
Keenetic Sprinter	0,052910	0,0526316	0,052910
HUAWEI AX3 WS7200	0,476190	0,473684	0,476190

Модель	Среднее значение
TP-Link Archer AX53	0,47535467
Keenetic Sprinter	0,0528172
HUAWEI AX3 WS7200	0,47535467

Расчет показателей по критерию «Стандарт Wi-Fi»

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	1	1	1
Keenetic Sprinter	1	1	1
HUAWEI AX3 WS7200	1	1	1
Сумма	3	3	3

Цена	TP-Link Archer AX53	Keenetic Sprinter	HUAWEI AX3 WS7200
TP-Link Archer AX53	0,333333	0,333333	0,333333
Keenetic Sprinter	0,333333	0,333333	0,333333
HUAWEI AX3 WS7200	0,333333	0,333333	0,333333

Модель	Среднее значение
TP-Link Archer AX53	0,333333
Keenetic Sprinter	0,333333
HUAWEI AX3 WS7200	0,333333

Определение весов альтернатив

В результате произведенных действий сформированы: вектор весов критериев b (см. табл. 19) и матрица весов альтернатив по каждому критерию A (состоящая из полученных весовых столбцов) - табл. 20.

Таблица 19. Вектор весов критериев b

Критерии	Вес в долях
----------	-------------

Критерии	Безопасность соединения	Цена	Тип подключения	Функции VPN	Скорость передачи	Максимальная скорость 2.4 ГГц	Максимальная скорость 5 ГГц	Стандарт Wi-Fi
TP-Link Archer AX53	0,14286567	0,575324	0,333333	0,1401188	0,333333	0,333333	0,47535467	0,333333
Keenetic Sprinter	0,71428567	0,05858217	0,333333	0,798698	0,333333	0,333333	0,0528172	0,333333
HUAWEI AX3 WS7200	0,14286567	0,36609333	0,333333	0,06726187	0,333333	0,333333	0,47535467	0,333333

Цена	0,219
Процессор	0,016
Тип подключения	0,120
Стандарт Wi-Fi	0,058
Количество LAN портов	0,017
Скорость передачи по проводному подключению	0,064
Максимальная скорость по частоте 2,4 ГГц	0,060
Максимальная скорость по частоте 5 ГГц	0,060
USB разъем	0,027
Функции VPN	0,105
Протоколы динамической маршрутизации	0,032
Безопасность соединения	0,250

Перемножив A на b получим вектор весов альтернатив с точки зрения цели ЛПР:

$$Ab=c.$$

Таблица 20. Матрица весов альтернатив по каждому критерию A

0,219	0,12	0,058	0,064	0,06	0,06	0,105	0,25	Итог
0,14286567	0,575324	0,333333	0,1401188	0,333333	0,333333	0,47535467	0,333333	0,301873
0,71428567	0,05858217	0,333333	0,798698	0,333333	0,333333	0,0528172	0,333333	0,362787
0,14286567	0,36609333	0,333333	0,06726187	0,333333	0,333333	0,47535467	0,333333	0,272102

Вывод:

Из вектора с видно, что наиболее привлекательной для цели ЛПР является закупка роутера Keenetic Sprinter. Это обоснуется сильным отрывом показателя на 6 сотых по сравнению с другими. Его я и буду рекомендовать при постановке такой задачи. Так как выбор производился в офисе компании - экспертом в информационной безопасности, большой аспект в выборе роутера играла поддержка его стандартов безопасности, способности разворачивать любые VPN сети и субъективного мнения эксперта в этой области. В совокупности факторов, а именно: постановки задачи, мнения эксперта и анализа выбранных моделей методом МАИ с сильным перевесом в пользу одной модели - выбор можно считать обоснованным и достоверным.

Список литературы

1. Wi-Fi роутер TP-Link Archer AX53. URL: <https://www.dns-shop.ru/product/4f30cb7d5eeded20/wi-fi-router-tp-link-archer-ax53/characteristics/> (Дата обращения: 28.12.22)
2. Wi-Fi роутер Keenetic Sprinter. URL: <https://www.dns-shop.ru/product/6ce5b9b1a4faed20/wi-fi-router-keenetic-sprinter/characteristics/> (Дата обращения: 28.12.22)
3. Wi-Fi роутер HUAWEI AX3 WS7200. URL: <https://www.dns-shop.ru/product/1b266072bf5b3332/wi-fi-router-huawei-ax3-ws7200/characteristics/> (Дата обращения: 28.12.22)
4. Метод анализа иерархий. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_анализа_иерархий (дата обращения: 28.12.2022)
5. Принцип работы роутера WI-FI. URL: <https://kkrabotaet.ru/kak-eto-rabotaet/princzip-raboty-routera-wi-fi/>
6. Что такое роутер и для чего он нужен: простыми словами. URL: <https://besprovodnik.ru/wifi-router-chto-eto-takoe/>
7. Роутер: принцип работы, виды, устройство, порядок подключения. URL: <https://fb.ru/article/456352/router-printsip-raboty-vidyi-ustroystvo-poryadok-podklyucheniya>
8. Официальный гайд компании Cisco. Basic Router Configuration. URL: <https://www.cisco.com/en/US/docs/routers/access/800/850/software/configuration/guide/routconf.html>



9. Справка Антиплагиат: Антиплагиат.pdf