Лекция 2. Интернет

Дисциплина: Сетевые технологии

Цель лекции

Изучить особенности Интернета как глобальной составной сети, его структуру, роль поставщиков услуг, точек присутствия, местных операторов связи и ц

ентров обмена интернет-трафиком NAP/IX.

1. Понятие и уникальность Интернета как составной сети

Интернет представляет собой глобальную систему взаимосвязанных компьютерных сетей, которые обмениваются данными с помощью семейства протоколов TCP/IP.

Интернет объединяет миллионы локальных, региональных, национальных и международных сетей. К нему подключены компьютеры, серверы, мобильные устройства, центры обработки данных и различные интеллектуальные устройства.

Интернет не принадлежит одной организации. Он состоит из множества независимых сетей, которыми управляют операторы связи, коммерческие компании, государственные учреждения, университеты и другие организации.

Основные особенности Интернета

1. Глобальный масштаб. Интернет обеспечивает обмен данными между устройствами в разных странах и регионах.

2. Составная структура. Интернет состоит из множества самостоятельных сетей, которые объединены каналами связи и маршрутизаторами.

3. Децентрализованное управление. Единого центра, который управляет всем Интернетом, не существует. Каждая организация самостоятельно управляет своей сетью в рамках принятых технических правил и соглашений.

4. Использование общих протоколов. Для передачи данных применяются протоколы TCP/IP, DNS, HTTP, HTTPS и другие.

5. Масштабируемость. К Интернету можно подключать новые сети и устройства без полной перестройки существующей инфраструктуры.

6. Отказоустойчивость. Между сетями могут существовать альтернативные маршруты. При отказе одного канала трафик может быть передан по другому доступному маршруту, если сеть и протоколы это позволяют.

7. Разнообразие услуг. Интернет обеспечивает работу веб-сайтов, электронной почты, облачных платформ, видеосвязи, социальных сетей и других сервисов.

Интернет как сеть сетей

Интернет часто называют сетью сетей. Это означает, что отдельные сети сохраняют собственное управление, но обмениваются данными с другими сетями.

Например, сеть университета может быть подключена к местному интернет-провайдеру. Провайдер передаёт трафик в региональную или магистральную сеть. Через другие сети запрос может достичь сервера, который находится в другой стране.

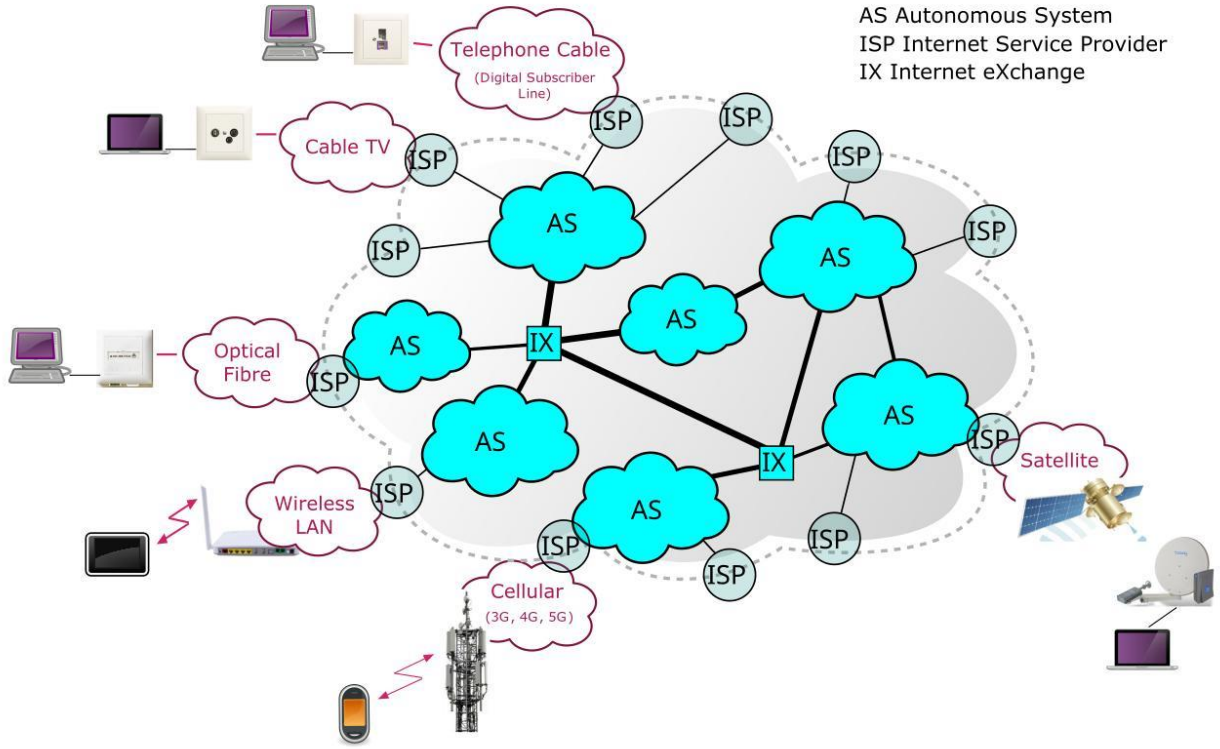


Рисунок 1. Интернет как совокупность взаимосвязанных компьютерных сетей.

Главное отличие Интернета от отдельной локальной сети заключается в масштабе и принципах взаимодействия. Локальная сеть обычно управляется одной организацией, а Интернет объединяет множество сетей с разными владельцами и политиками управления.

2. Структура Интернета

Интернет имеет распределённую структуру. В ней выделяют пользовательские сети, сети доступа, сети интернет-провайдеров, региональные и магистральные сети, а также центры обмена трафиком и центры обработки данных.

Основные элементы структуры Интернета:

- конечные пользователи и их устройства;
- местные операторы связи;
- поставщики интернет-услуг;
- точки присутствия операторов;
- региональные и магистральные сети;
- центры обмена интернет-трафиком;
- серверы и центры обработки данных.

Принцип взаимодействия элементов



Рисунок 2. Упрощённая схема взаимодействия сетей Интернета.

Эта схема показывает один из возможных вариантов передачи данных. В реальной сети трафик может проходить через несколько операторов и центров обмена. Некоторые сети имеют прямые соединения между собой, поэтому прохождение через каждый элемент на схеме не является обязательным.

3. Поставщики интернет-услуг

Поставщик интернет-услуг (Internet Service Provider, ISP) представляет собой организацию, которая предоставляет пользователям и другим организациям доступ к Интернету.

Провайдер обеспечивает подключение абонентов, передачу трафика, назначение IP-адресов и взаимодействие с другими сетями.

Основные функции провайдера

- подключение пользователей к Интернету;
- предоставление IP-адресов;
- передача данных между сетями;
- организация маршрутизации IP-пакетов;
- поддержка сетевого оборудования;
- контроль качества и доступности соединения;
- защита сети от отдельных видов угроз;
- техническая поддержка клиентов.

Типы поставщиков интернет-услуг

Местные провайдеры. Подключают пользователей в пределах определённого района, города или небольшой территории.

Региональные провайдеры. Обслуживают несколько городов или территорий одного региона.

Национальные провайдеры. Имеют инфраструктуру в разных регионах страны и обеспечивают широкий охват.

Магистральные провайдеры. Предоставляют высокоскоростные каналы и передают большие объёмы трафика между сетями и регионами.

Одна компания может выполнять сразу несколько функций. Например, оператор может подключать домашних пользователей и одновременно предоставлять каналы другим провайдерам.

Как провайдер подключает пользователя

Для подключения квартиры или офиса провайдер прокладывает кабель либо предоставляет беспроводной канал. Оборудование абонента соединяется с сетью доступа оператора. Далее трафик передаётся через сеть провайдера к нужному ресурсу.

Например, при открытии веб-сайта компьютер отправляет запрос. Маршрутизаторы определяют путь передачи пакетов к сети, в которой расположен сервер. Ответ возвращается к устройству пользователя.

4. Точки присутствия (PoP)

Точка присутствия (**Point of Presence, PoP)** представляет собой физическое место, в котором оператор размещает сетевое оборудование для подключения пользователей, других операторов или корпоративных клиентов.

Точка присутствия может находиться в специализированном узле связи, центре обработки данных или телекоммуникационном помещении.

Основное оборудование PoP

- маршрутизаторы;
- коммутаторы;
- оптические терминалы и другое оборудование передачи данных;
- линии связи;
- оборудование мониторинга и управления;
- источники резервного электропитания.

Основные функции точки присутствия

1. Подключение к сети оператора.
2. Передача трафика между сетевыми узлами.
3. Подключение корпоративных клиентов.
4. Организация соединений с другими операторами.
5. Предоставление доступа к магистральным каналам.
6. Контроль состояния оборудования и каналов связи.

Пример работы PoP

Допустим, интернет-провайдер обслуживает несколько районов города. В каждом районе может быть размещена точка присутствия. Абонентский

трафик поступает в ближайший узел, а затем передаётся в региональную или магистральную сеть провайдера.

PoP помогает распределить сетевую нагрузку и приблизить оборудование оператора к пользователям.

Важно различать понятия PoP и NAP/IX. Точка присутствия обозначает место размещения оборудования оператора, а NAP/IX представляет собой инфраструктуру, через которую сети обмениваются трафиком. Один объект может выполнять обе функции.

5. Местные операторы связи

Местный оператор связи обеспечивает подключение пользователей и организаций на определённой территории. Он может предоставлять доступ к Интернету, телефонную связь и другие телекоммуникационные услуги.

Местные операторы обычно взаимодействуют непосредственно с абонентами и используют собственную или арендованную инфраструктуру.

Основные задачи местного оператора

- прокладка кабельных линий и организация радиодоступа;
- подключение квартир, офисов и предприятий;
- обслуживание сети доступа;
- устранение неисправностей;
- взаимодействие с вышестоящими провайдерами;
- контроль качества предоставляемых услуг.

Технологии подключения

Технология	Особенности
FTTH	Оптоволоконное подключение квартиры или дома
Ethernet	Проводное подключение локальных сетей
GPON	Оптическая сеть с пассивными разветвителями
DSL	Передача данных по телефонной линии
Wi-Fi	Беспроводной доступ в пределах зоны покрытия
4G/5G	Мобильный доступ через сеть базовых станций

Взаимодействие местного оператора с провайдером

Местный оператор может подключать абонентов к своей сети, а для выхода в Интернет использовать услуги более крупного провайдера. Для этого заключаются договоры на передачу трафика или аренду каналов связи.

Например, местный оператор подключает дома в небольшом городе по оптоволоконной линии. Затем его сеть соединяется с региональным провайдером, который обеспечивает доступ к другим сетям Интернета.

6. Центры обмена интернет-трафиком NAP/IX

Центр обмена интернет-трафиком представляет собой инфраструктуру, через которую независимые сети могут обмениваться IP-трафиком напрямую.

В международной практике широко используется термин **IXP** (Internet Exchange Point). Также встречается термин **NAP** (Network Access Point), который исторически применялся к крупным узлам обмена трафиком.

Центры обмена позволяют операторам устанавливать прямые соединения между своими сетями без необходимости передавать весь трафик через сторонние магистральные сети.

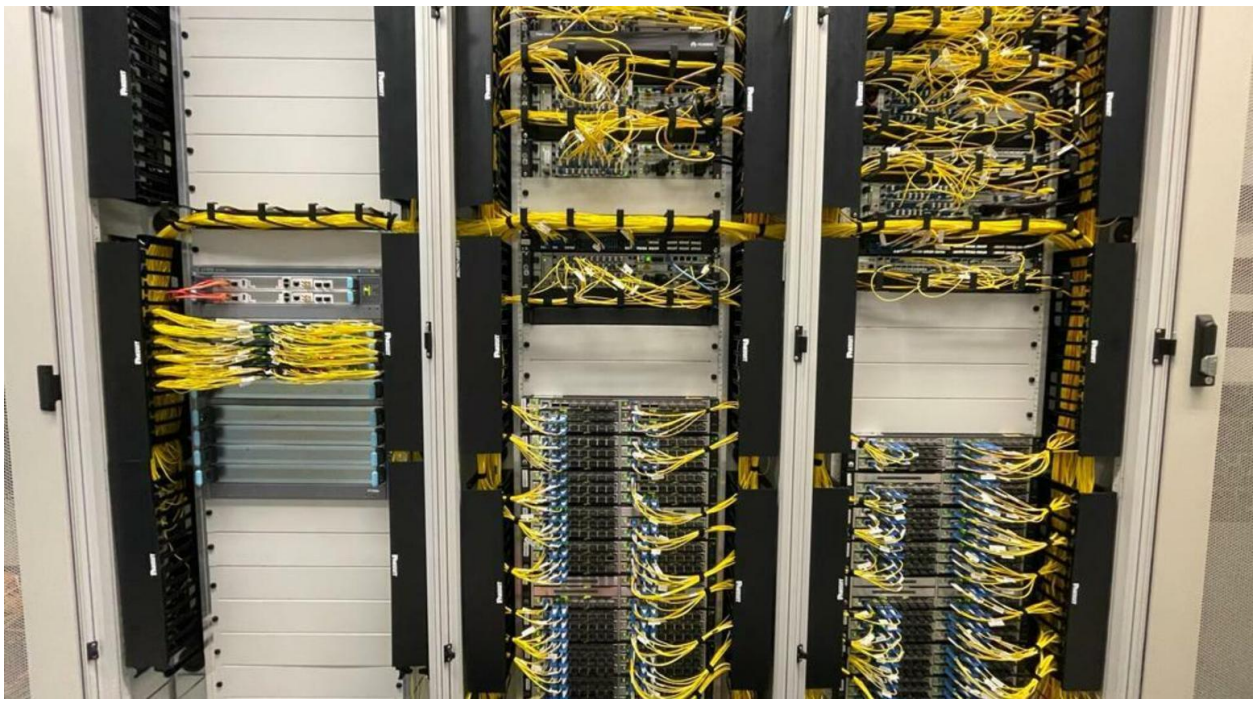
6.1. Назначение NAP/IX

Основные задачи центров обмена трафиком:

- организация соединений между сетями разных операторов;
- обмен IP-трафиком;
- сокращение числа промежуточных сетей на пути передачи данных;
- снижение задержки при наличии подходящего маршрута;
- повышение эффективности использования каналов связи;
- создание условий для развития местной интернет-инфраструктуры.

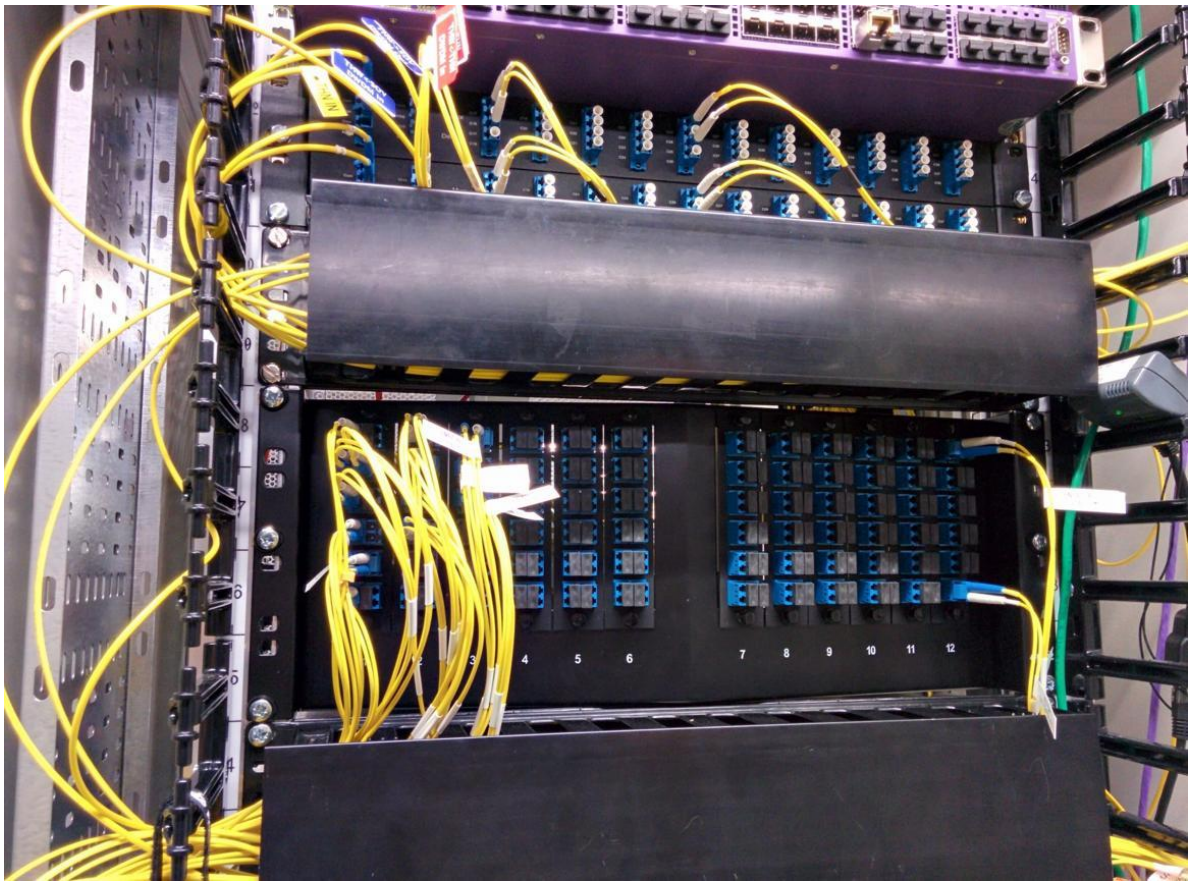
Например, два провайдера обслуживают пользователей в одном городе. Если они подключены к общему центру обмена, трафик между их абонентами может передаваться напрямую через этот центр. Это позволяет избежать лишнего прохождения через удалённые сети.

6.2. Основные компоненты центра обмена



Коммутационное оборудование

Обеспечивает физическое соединение сетей участников и передачу кадров между подключёнными портами.



Оптические линии и порты подключения

Обеспечивают высокоскоростное подключение оборудования участников к центру обмена.

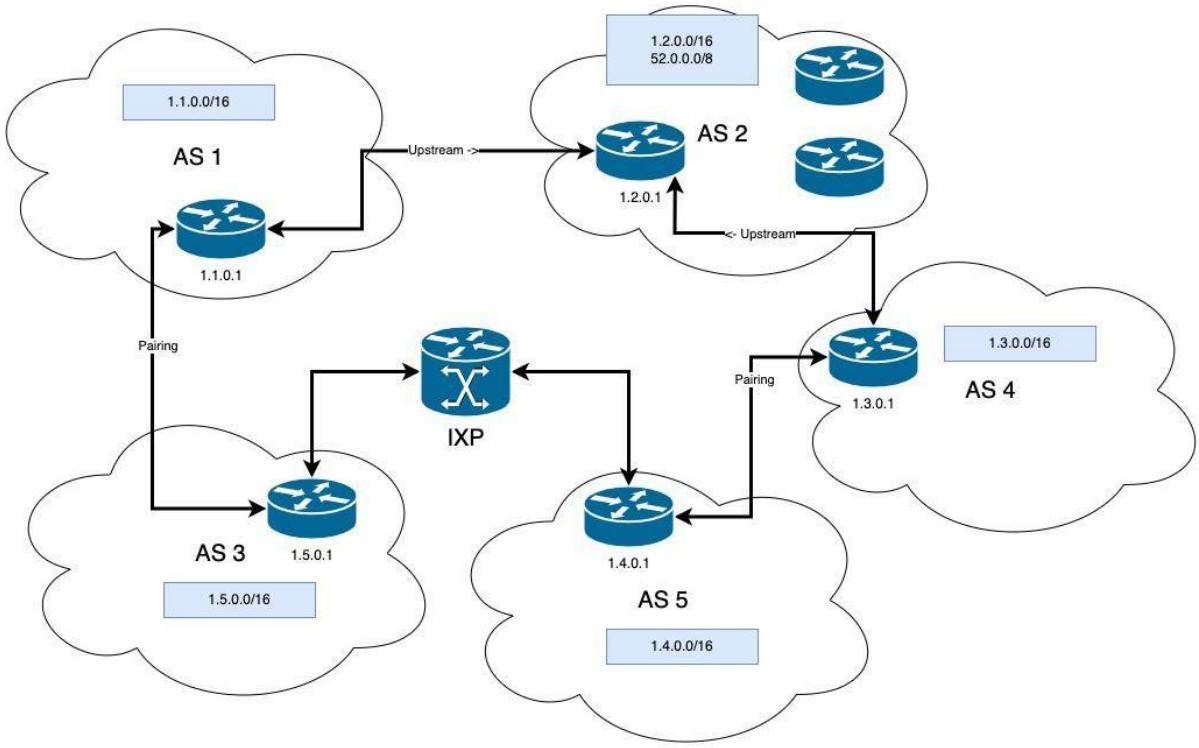


Рисунок 3. Основные компоненты инфраструктуры центра обмена трафиком.

Маршрутизация BGP Протокол BGP используется участниками для обмена информацией о доступных IP-маршрутах между автономными системами.

Важная особенность: сам центр обмена обычно не выбирает маршрут для каждого IP-пакета. Коммутационное оборудование передаёт трафик между участниками, а маршруты согласуются с помощью BGP и настроек самих сетей.

6.3. Принцип работы IX

Рассмотрим пример обмена данными между двумя интернет-провайдерами.

Провайдер A

Сеть пользователей A

Провайдер B

Сеть пользователей B

Соединения участников

Центр обмена трафиком IX

Коммутация трафика между сетями

При наличии согласованного маршрута трафик передаётся между провайдерами через IX.

Рисунок 4. Принцип обмена трафиком через IX.

Последовательность работы:

1. Пользователь сети провайдера A обращается к серверу или пользователю в сети провайдера B.
2. Маршрутизатор провайдера A определяет доступный маршрут.
3. Если сети установили соединение через IX и соответствующий маршрут выбран, трафик передаётся в центр обмена.
4. Коммутационное оборудование IX передаёт кадры в сеть провайдера B.
5. Провайдер B доставляет данные адресату.

Обратный трафик может проходить тем же или другим маршрутом. Выбор зависит от маршрутов BGP, политики операторов и состояния сети.

6.4. Преимущества центров обмена трафиком

- Снижение задержки. Прямой обмен может сократить путь передачи данных.
- Снижение затрат. Операторы могут уменьшить расходы на передачу трафика через сторонние сети.
- Повышение производительности. Локальный трафик может передаваться по более коротким маршрутам.
- Развитие конкуренции. Несколько операторов получают возможность устанавливать прямые соединения.
- Повышение устойчивости связности. Дополнительные соединения могут предоставить альтернативные маршруты.

При этом само подключение к IX не гарантирует низкую задержку или отказоустойчивость. Результат зависит от расположения центра, пропускной способности оборудования, маршрутов и организации резервирования.

6.5. Различие между NAP, IX и PoP

Понятие	**Основное назначение**
PoP	Точка размещения сетевого оборудования оператора
IX/IXP	Инфраструктура для обмена трафиком между независимыми сетями
NAP	Исторический термин для узла или центра подключения и обмена сетевым трафиком

ISP	Организация, которая предоставляет доступ к Интернету
Магистральная сеть	Высокоскоростная инфраструктура передачи данных между крупными узлами

Эти понятия связаны между собой, но не являются взаимозаменяемыми. Например, провайдер может иметь несколько PoP и подключиться к одному или нескольким IX.

7. Взаимодействие участников интернет-инфраструктуры

Для работы Интернета необходимо взаимодействие разных организаций. Каждый участник выполняет определённые функции.

Рассмотрим пример передачи данных от пользователя к веб-серверу.

1. Пользователь подключается к местному оператору связи.
2. Местный оператор передаёт трафик своему вышестоящему провайдеру или непосредственно в другую сеть.
3. Провайдер определяет маршрут с помощью IP-маршрутизации.
4. При необходимости трафик передаётся через магистрального оператора.
5. Если подходящий маршрут существует через IX, трафик может пройти через центр обмена.
6. Запрос поступает в сеть, где размещён сервер.
7. Сервер отправляет ответ пользователю по доступному обратному маршруту.

В реальной инфраструктуре последовательность зависит от договоров между операторами, расположения сервера, политики маршрутизации и доступных соединений. Некоторые этапы могут отсутствовать, если между сетями существует прямое соединение.

Основные участники и их функции

Участник	**Функция**
Пользователь	Формирует запрос и получает данные
Местный оператор	Обеспечивает подключение пользователя
Интернет-провайдер	Предоставляет доступ и маршрутизацию
Магистральный оператор	Передаёт трафик между крупными сетями
PoP	Обеспечивает точку подключения оборудования
IX/IXP	Обеспечивает обмен трафиком между сетями
Центр обработки данных	Размещает серверы и приложения

Заключение

Интернет представляет собой глобальную составную сеть, которая объединяет множество независимых компьютерных сетей. Его работа основана на общих протоколах, маршрутизации IP-пакетов и взаимодействии операторов связи.

Местные операторы подключают пользователей, интернет-провайдеры обеспечивают доступ к другим сетям, а магистральные операторы передают большие объёмы данных на значительные расстояния. Точки присутствия предоставляют места для подключения сетевого оборудования.

Центры обмена трафиком NAP/IX обеспечивают прямое взаимодействие независимых сетей. Благодаря этому может сокращаться путь передачи данных и повышаться эффективность использования сетевой инфраструктуры.

Таким образом, Интернет функционирует за счёт совместной работы пользователей, операторов связи, провайдеров, центров обмена трафиком и поставщиков информационных услуг.

Контрольные вопросы

1. Что такое Интернет и почему его называют составной сетью?
2. В чём заключается уникальность структуры Интернета?
3. Какие основные элементы входят в структуру Интернета?
4. Какие функции выполняет интернет-провайдер?
5. Чем местный оператор отличается от магистрального оператора?
6. Что представляет собой точка присутствия PoP?
7. Какие задачи выполняет центр обмена трафиком IX?
8. Что означает термин NAP?
9. Какую роль играет протокол BGP в обмене трафиком между сетями?
10. Какие преимущества получают операторы при подключении к IX?
11. Чем отличаются PoP, ISP и IX?
12. Как проходит запрос пользователя от локальной сети до веб-сервера?