



УЧЕБНЫЙ ВОЕННЫЙ ЦЕНТР  
при ИВАНОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
имени В.И. ЛЕНИНА

**ЗАДАНИЕ № 18**

**ТЕХНОЛОГИИ ВНЕШНЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ.  
СЕТИ TCP/IP**



г. ИВАНОВО 2017 г.





**1. СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ.**

**2. СТЕК ПРОТОКОЛОВ TCP/IP.**

**3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОТОКОЛА  
IPV4. СТРУКТУРА ЗАГОЛОВКА ПАКЕТА IPV4.**



# СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ

В общем случае телекоммуникационная сеть состоит из следующих компонентов:

- терминального оборудования пользователей;
- сетей доступа;
- магистральной сети;
- информационных центров, или центров управления сервисами (Services Control Point, SCP).



**Сеть доступа** составляет нижний уровень иерархии телекоммуникационной сети. Основное назначение сети доступа — концентрация информационных потоков, поступающих по многочисленным каналам связи от оборудования клиентов, в сравнительно небольшом количестве узлов магистральной сети.

**Магистральная сеть** объединяет отдельные сети доступа, обеспечивая транзит трафика между ними по высокоскоростным каналам.

**Информационные центры**, или центры управления сервисами, реализуют информационные услуги сети.



# СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ

**Сетевой уровень** (network layer) служит для образования единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей, называемой составной сетью, или интернетом. (Не следует путать *интернет* (со строчной буквы) с *Интернетом* (с прописной буквы)).

**Интернет** - это самая известная и охватывающая весь мир реализация составной сети, построенная на основе технологии TCP/IP.)

Технология, позволяющая соединять в единую сеть множество сетей, в общем случае построенных на основе разных технологий, называется **технологией межсетевого взаимодействия** (internetworking).

Чтобы связать между собой сети, построенные на основе столь отличающихся технологий, нужны дополнительные средства, и такие средства предоставляет сетевой уровень.

Функции сетевого уровня реализуются:

- группой протоколов;
- специальными устройствами — маршрутизаторами.

Одной из функций маршрутизатора является физическое соединение сетей. Маршрутизатор может быть реализован программно на базе универсального компьютера, однако чаще они реализуются на базе специализированных аппаратных платформ.



# СЕТЕВОЙ УРОВЕНЬ

Для того чтобы протоколы сетевого уровня могли доставлять пакеты любому узлу составной сети, эти узлы должны иметь адреса, уникальные в пределах данной составной сети. Такие адреса называются сетевыми, или глобальными. Каждый узел составной сети, который намерен обмениваться данными с другими узлами составной сети, наряду с адресом, назначенным ему на канальном уровне, должен иметь сетевой адрес.

В соответствии с многоуровневым подходом сетевой уровень для решения своей задачи обращается к нижележащему канальному уровню. Весь путь через составную сеть разбивается на участки от одного маршрутизатора до другого, причем каждый участок соответствует пути через отдельную сеть. Для того чтобы передать пакет через очередную сеть, сетевой уровень помещает его в поле данных кадра соответствующей канальной технологии, указывая в заголовке кадра канальный адрес интерфейса следующего маршрутизатора. Сеть, используя свою канальную технологию, доставляет кадр с инкапсулированным в него пакетом по заданному адресу.

Маршрутизатор извлекает пакет из прибывшего кадра и после необходимой обработки передает пакет для дальнейшей транспортировки в следующую сеть, предварительно упаковав его в новый кадр канального уровня в общем случае другой технологии. Таким образом, **сетевой уровень играет роль координатора, организующего совместную работу сетей, построенных на основе разных технологий.**



# СТЕК ПРОТОКОЛОВ TCP/IP

**Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP)** - это промышленный стандарт стека протоколов, разработанный для глобальных сетей.

Основным элементом протоколов TCP/IP является **Internet Protocol (IP)** - протокол межсетевого взаимодействия, который реализует дейтаграммный процесс передачи пакетов данных в интерсети (т.е. в совокупности объединенных сетей ПД). Надежность доставки информации и ее целостность обеспечивает протокол управления передачей данных с организацией виртуальных соединений на транспортном уровне (TCP).

Приложения реализуют различные прикладные службы такие, как электронная почта, обмена файлами, терминального доступа к удаленным серверам и т.п. Приложения формируют и передают транспортному уровню массив сообщений, имеющих соответствующий объем и структуру.

|   |  |
|---|--|
| 7 | <u>Уровень служб и приложений:</u>               |
| 6 | HTTP, FTP, SMTP, SNMP, TFTP, Telnet и др.        |
| 5 |  |
| 4 | <u>Транспортный:</u> TCP UDP                     |
| 3 | <u>Сетевой:</u> IP, ARP, ICMP, IGMP, IPsec, OSPF |
| 2 |  |
| 1 | Ethernet, FDDI, FR, X.25, PPP и др.              |



# ПРОТОКОЛЫ ПРИКЛАДНОГО УРОВНЯ

Протоколы прикладного уровня ориентированы на конкретные прикладные задачи. Они определяют как процедуры по организации взаимодействия определенного типа между прикладными процессами, так и форму представления информации при таком взаимодействии.

Некоторые прикладные протоколы:

- TELNET
- FTP (File Transfer Protocol)
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
- NFS (Network File System)
- SNMP (Simple Network Management Protocol)
- X-Window
- HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)
- RTP (Real Time Protocol)
- RSVP (Resource reSerVation Protocol)



# ПРОТОКОЛЫ ТРАНСПОРТНОГО УРОВНЯ

Транспортный уровень в объединенных сетях может быть реализован при использовании дейтаграммного протокола пользователя UDP (User Datagram Protocol) или протокола управления передачей данных TCP (Transmission Control Protocol).

Транспортный уровень обеспечивает обмен между прикладными процессами. Идентификация процесса получателя осуществляется по расширенному адресу, состоящему из двух частей - IP-адреса, идентифицирующего оконечную установку, и номера порта, идентифицирующего прикладной процесс.

- **Дейтаграммный протокол пользователя UDP** обеспечивает ретрансляцию услуг протокола IP приложениям. Он не гарантирует доставку и порядок следования дейтаграмм.
- **Протокол управления передачей данных TCP** обеспечивает полноценную транспортную службу, которая обеспечивает обмен потоками данных.

Транспортный уровень, реализуемый протоколами UDP или TCP, формирует сегменты данных (пакеты), которые передаются сетевому уровню - IP-протоколу, главной задачей которого является маршрутизация при доставке пакетов от отправителя к получателю. На сетевом уровне используется также протокол управления сетью *ICMP (Internet Control Message Protocol)*.





# ПРОТОКОЛЫ СЕТЕВОГО УРОВНЯ

Сетевой уровень (протокол IP) обеспечивает только маршрутизацию и доставку пакетов данных и полностью освобожден от задач обеспечения надежности. Функции транспортного и сетевого уровней четко разделены, чем исключено их дублирование.

Объединенная сеть ПД, использующая протоколы TCP/IP (например, сеть Internet, сети DDN и т.п.), представляет из себя совокупность сетей ПД, территориальных и локальных, объединенных маршрутизаторами.

Межсетевой протокол IP реализуется программным обеспечением конечных установок пользователей и маршрутизаторов и не зависит от характеристик используемых территориальных и локальных сетей.

***Основными характеристиками протокола IP являются:***

- формат IP пакета;
- способ обработки конфликтных ситуаций;
- способ маршрутизации.

**Формат пакета** включает заголовок и поле данных.

**Способ обработки конфликтных ситуаций** реализуется специальным протоколом ICMP (Internet Control Message Protocol), функционирующим при возникновении нештатных ситуаций. Он предназначен для выяснения природы ошибок и извещения о них приложений, сформировавших пакет.



# МАРШРУТИЗАЦИЯ

**Способ маршрутизации** обеспечивает определение оптимального маршрута доведения пакета до получателя, адрес которого указан в заголовке пакета. Направление передачи пакета определяется по данным маршрутной таблицы специальным протоколом, на вход которого поступают пакеты от протоколов верхнего уровня - TCP, UDP или ICMP.

В протоколе IP используются как *статический*, так и *динамический* способы маршрутизации.

**Статическая маршрутизация** используется в оконечных установках локальных сетей, а также в сетях с ограниченным числом абонентов. Маршрутная таблица имеет ограниченный объем и содержит лишь данные о соседних оконечных установках. Пакеты к другим адресатам направляются в маршрутизатор, имеющий существенно больше данных об адресатах сети. Таким образом, маршрутизация в этом случае осуществляется на основе неполной информации.

При использовании **динамической маршрутизации** осуществляется постоянная корректировка маршрутных таблиц на основе данных, содержащихся в служебных сообщениях, которыми маршрутизаторы обмениваются между собой. При определении оптимальных маршрутов используются два класса протоколов: **RIP**, для подсчёта числа промежуточных ретрансляций, и **OSPF**, необходимый для выравнивания нагрузки в сети.



# ПРОТОКОЛ IPV4

Объединенная сеть ПД, использующая протоколы TCP/IP (например, сеть Internet, сети DDN и т.п.), представляет собой совокупность сетей ПД, территориальных и локальных, объединенных маршрутизаторами.

Межсетевой протокол IP реализуется программным обеспечением оконечных установок пользователей и маршрутизаторов и не зависит от характеристик используемых территориальных и локальных сетей.

***Основными характеристиками протокола IP являются:***

- формат IP пакета;
- способ обработки конфликтных ситуаций;
- способ маршрутизации.

В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP обращается к средствам транспортировки этой сети, чтобы с их помощью передать пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел-получатель. Таким образом, одной из важнейших функций IP является поддержание интерфейса с нижележащими технологиями сетей, образующих составную сеть.



# ПАКЕТ IPV4

Полная длина пакета может достигать 65535 байт. В заголовке указываются:

- версия протокола;
- приоритет;
- IP-адреса получателя и отправителя (по 32 бита);

|                                |                                   |   |                              |
|--------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------|
| 4 бита<br>Номер версии         | 4 бита<br>Длина заголовка         | 8 бит<br>Тип сервиса<br>P R I O R I T Y | 16 бит<br>Общая длина        |
| 16 бит<br>Идентификатор пакета |                                   | 3 бита<br>Флаги<br>D I M                | 13 бит<br>Смещение фрагмента |
| 8 бит<br>Время жизни           | 8 бит<br>Протокол верхнего уровня | 16 бит<br>Контрольная сумма             |                              |
| 32 бита<br>IP-адрес источника  |                                   |   |                              |
| 32 бита<br>IP-адрес назначения |                                   |   |                              |
| Параметры и выравнивание       |                                   |   |                              |

– "время жизни", т.е. время, в течение которого пакет может существовать в сети (для устранения из сети пакетов, задержанных вследствие каких-либо причин). Значение этого времени уменьшается при прохождении пакета по сети, а по его истечении пакет уничтожается с уведомлением отправителя. Такая мера защищает сеть от циклических маршрутов и от перегрузок.

– тип протокола транспортного уровня (UDP или TCP), для которого предназначена информация, содержащаяся в поле данных пакета IP.

**Поле номера версии** занимает 4 бита и идентифицирует версию протокола IP. Сейчас повсеместно используется версия 4 (IPv4), хотя все чаще встречается и новая версия (IPv6).



# ПАКЕТ IPV4

**Значение длины заголовка** IP-пакета также занимает 4 бита и измеряется в 32-битных словах. Обычно заголовок имеет длину в 20 байт (пять 32-битных слов), но при добавлении некоторой служебной информации это значение может быть увеличено за счет дополнительных байтов в поле параметров. Наибольшая длина заголовка составляет 60 байт.

**Поле типа сервиса** (Type of Service, ToS) имеет и другое, более современное название — байт дифференцированного обслуживания, или DS-байт. Этим двум названиям соответствуют два варианта интерпретации этого поля. В обоих случаях данное поле служит одной цели — хранению признаков, которые отражают требования к качеству обслуживания пакета. В прежнем варианте первые три бита содержат значение приоритета пакета: от самого низкого — 0 до самого высокого — 7.

**Поле общей длины** занимает 2 байта и характеризует общую длину пакета с учетом заголовка и поля данных. Максимальная длина пакета ограничена разрядностью поля, определяющего эту величину, и составляет 65 535 байт, однако в большинстве компьютеров и сетей столь большие пакеты не используются. При передаче по сетям различного типа длина пакета выбирается с учетом максимальной длины пакета протокола нижнего уровня, несущего IP-пакеты. Если это кадры Ethernet, то выбираются пакеты с максимальной длиной 1500 байт, уместяющиеся в поле данных кадра Ethernet.



# ПАКЕТ IPV4

**Идентификатор пакета** занимает 2 байта и используется для распознавания пакетов, образовавшихся путем деления на части (фрагментации) исходного пакета. Все части (фрагменты) одного пакета должны иметь одинаковое значение этого поля .

**Флаги** занимают 3 бита и содержат признаки, связанные с фрагментацией. Установленный в 1 бит DF (Do not Fragment — не фрагментировать ) запрещает маршрутизатору фрагментировать данный пакет, а установленный в 1 бит MF (More Fragments — больше фрагментов) говорит о том, что данный пакет является промежуточным (не последним ) фрагментом. Оставшийся бит зарезервирован.

**Поле смещения фрагмента** занимает 1-3 бита и задает смещение в байтах поля данных этого фрагмента относительно начала поля данных исходного (нефрагментированного) пакета. Используется при сборке/разборке фрагментов пакетов. Смещение должно быть кратно 8 байт.

**Поле времени жизни** (Time To Live, TTL) занимает один байт и используется для задания предельного срока, в течение которого пакет может перемещаться по сети. Время жизни пакета измеряется в секундах и задается источником.



# ПАКЕТ IPV4

**Поле протокола верхнего уровня** занимает один байт и содержит идентификатор, указывающий, какому протоколу верхнего уровня принадлежит информация, размещенная в поле данных пакета.

**Контрольная сумма заголовка** занимает 2 байта (16 бит) и рассчитывается только по заголовку. Поскольку некоторые поля заголовка меняют свое значение в процессе передачи пакета по сети (например, поле времени жизни), контрольная сумма проверяется и повторно рассчитывается на каждом маршрутизаторе и конечном узле как дополнение к сумме всех 16-битных слов заголовка. При вычислении контрольной суммы значение самого поля контрольной суммы устанавливается в нуль. Если контрольная сумма неверна, то пакет отбрасывается, как только обнаруживается ошибка.

**Поля IP-адресов источника и приемника** имеют одинаковую длину 32 бита.

Поле **параметров** является необязательным и используется обычно только при отладке сети. Это поле состоит из нескольких подполей одного из восьми predetermined типов. В этих подполях можно указывать точный маршрут, регистрировать проходимые пакетом маршрутизаторы, помещать данные системы безопасности или временные отметки.