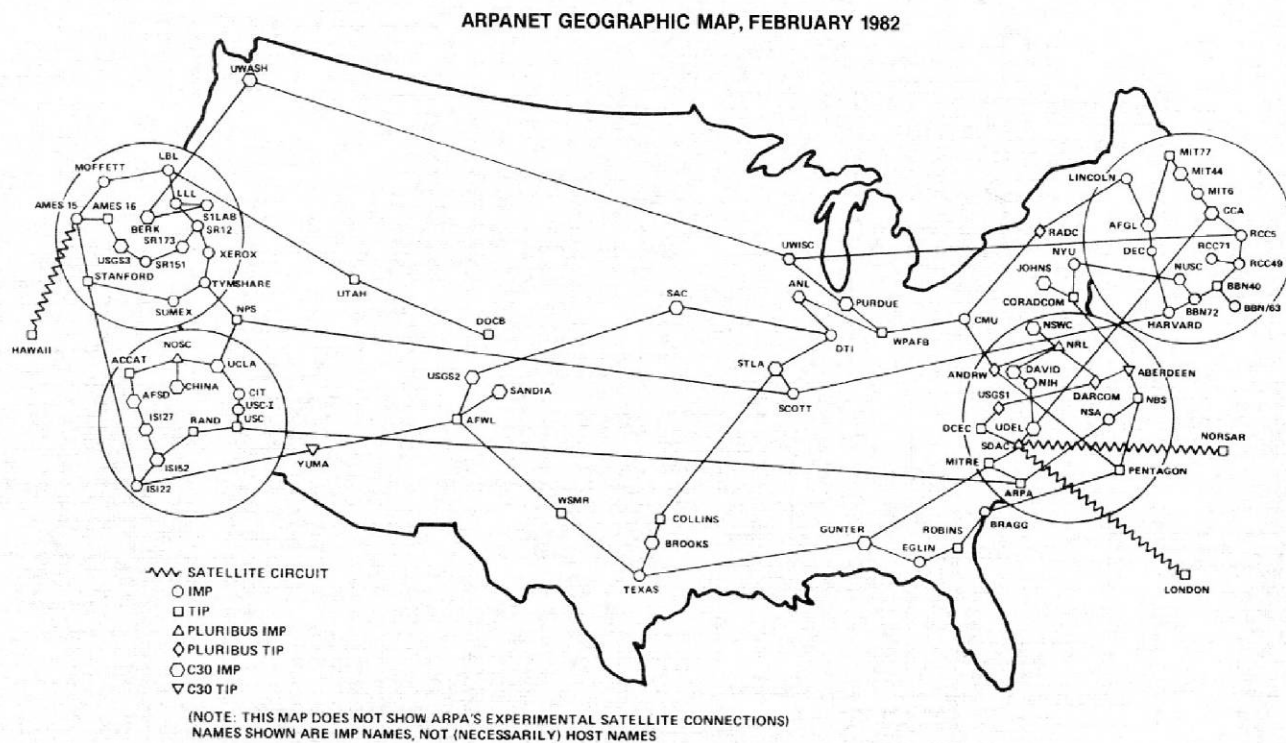


## ЧТО ТАКОЕ IPV6 И КАК РАБОТАЕТ DNS

На заре Интернета, когда в состав первой компьютерной сети ARPANET входило несколько маршрутизаторов и не намного больше компьютеров, вся связь между машинами осуществлялась по их цифровым адресам.



Такая же система переключалась и в протокол работы Интернета (Internet Protocol, IP), где основным адресом компьютера также является некоторое число, именуемое IP-адресом.

Датой рождения Интернета можно считать множество разных дат, но самым знаменательным событием принято считать так называемый «flag day». Этим термином принято обозначать такое изменение технологий, которое является глобальным, дорогим и трудоёмким, настолько же дорогим и трудоёмким, каким будет возврат к старой технологии, если что-то пойдёт не так. Для Интернета «flag day» был 1 января 1983 г., когда ARPANET сменил свой протокол с NCP на TCP/IP. Это был первый и последний перезапуск Интернета. В принципе такой же перезапуск нужен для полномасштабного перехода Интернета с IPv4 на IPv6, но об этом позже.

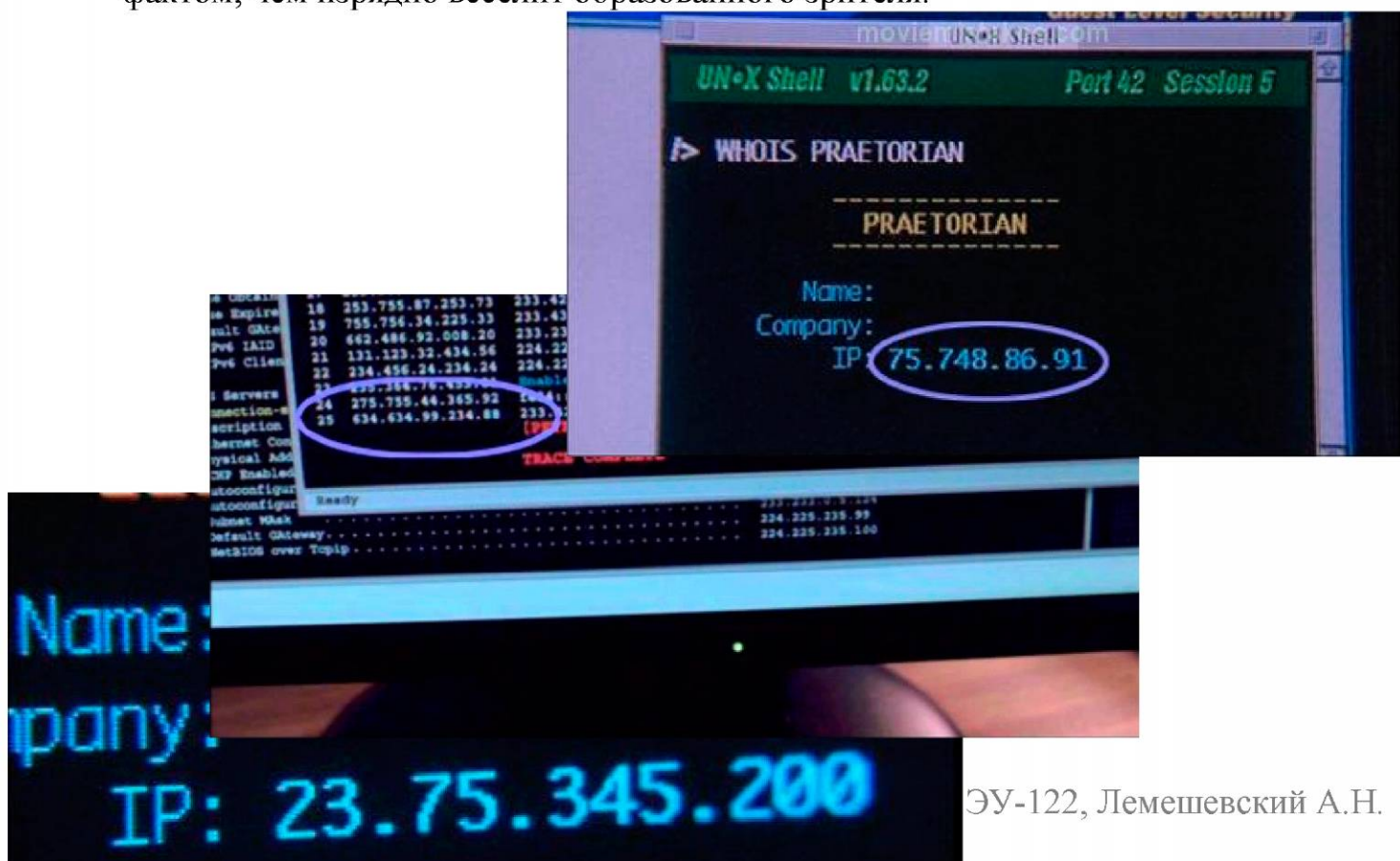
Чтобы Интернет работал стабильно и чётко, поверх IP должен работать и другой протокол, обеспечивающий точность доставки данных и предотвращающий потерю пакетов данных. Этот протокол получил название «Протокол контроля передачи» (Transmission Control Protocol, TCP) и работает с протоколом IP, как правило, безраздельно, а протокол Интернета так и называют «TCP/IP», хотя по сути это разные вещи. Тем не менее, связка TCP/IP позволяет работать Интернету в том виде, в котором он есть сейчас.

В четвертой версии протокола (IPv4), версии которой мы пользуемся и по сей день, IP-адрес каждого компьютера представляет собой 32-разрядное число ( $2^{32}$ ), обычно записываемое в виде группы из четырёх цифр в десятичной форме, например:

192.168.0.1

Допустимыми значениями являются значения от 0 до 255 (в компьютерной технике отсчёт практически всегда ведётся не от единицы, а от нуля – это специфика двоичной системы, на которой основана вся цифровая техника с самого зарождения). Таким образом, всё адресное пространство ограничено диапазоном 0.0.0.0 – 255.255.255.255.

Кинематограф, изображая хакеров и IP-адреса, часто пренебрегает этим фактом, чем изрядно веселит образованного зрителя.



Нетрудно подсчитать, что максимальное количество IP-адресов в протоколе IPv4 ограничено,  $2^{32} =$

4 294 967 296

На момент создания стандарта IPv4 (сентябрь 1981 г.), это число возможных IP-адресов было примерно равно населению Земли и никому не могло придти в голову, что количество пользователей Интернета, а уж тем более количество компьютеров достигнет этого предела. Тем не менее, в феврале 2011 г. организацией ICANN, распределяющей свободные IP-адреса, был выделен последний пул адресов IPv4, что означает исчерпание адресного пространства в этой версии протокола.

Сегодня, когда доступ в Интернет активно просят все мобильные устройства, а также автомобили, телевизоры, холодильники и даже часы, остро стоит проблема нехватки прямых IPv4-адресов. Частично её решает технология NAT (Network Address Translation – преобразование сетевых адресов), благодаря которой вы можете использовать у себя дома компьютер, ноутбук, телевизор с доступом в Интернет (SmartTV), а также смартфон или планшет, и при этом все они выходят в Интернет под одним адресом, выданном вам провайдером. Вы просто приобретаете или арендуете роутер (маршрутизатор), подключаете в его вход провод из стены, а в выходы – ваши устройства, и все распределение адресов в вашей домашней сети выполняется простым с виду устройством, пример которого представлен на картинке ниже.



Однако использование NAT – решение половинчатое, т.к. с увеличением доступности Интернета прямые адреса всё равно нужны всё в больших количествах и всё равно неизбежен полный перевод сети Интернет на новую версию протокола – IPv6.

В протоколе IPv6, адрес – это 128-битное число, а доступное адресное пространство равняется  $2^{128}$

340 282 366 920 938 463 463 374 607 431 768 211 456

Проблема в том, что IPv6 никак не совместим с IPv4 и может существовать только параллельно с ним. Если перевести всех пользователей Интернета на протокол IPv6, то все сайты, имеющие только IPv4-адреса, станут недоступны для пользователей. Но даже если обновить всё аппаратные и программные средства доступа в Интернет на поддерживающие работу с протоколом IPv6, то останется ещё одна проблема. Если запомнить множество IPv4-адресов сложно, но всё же возможно, то запомнить множество IPv6-адресов практически нереально. IPv6-адрес – это 32-символьная комбинация не только цифр, но и букв, например:

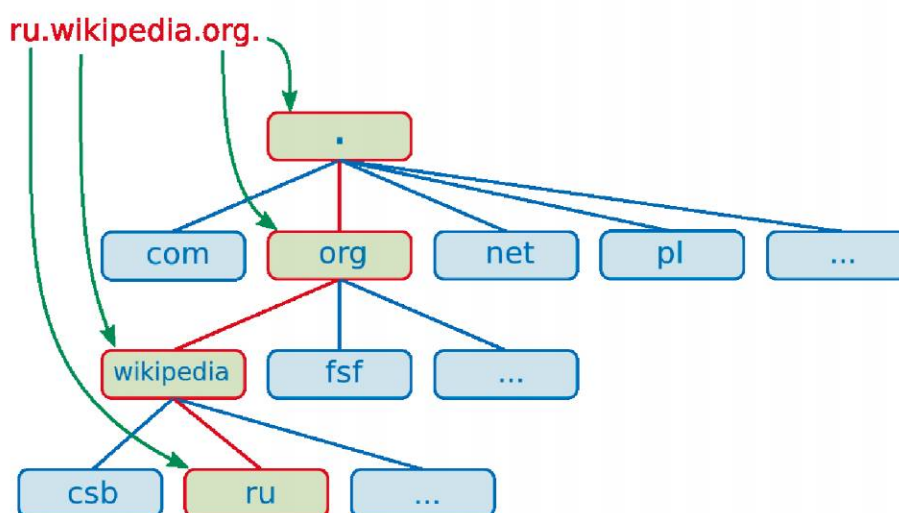
2a06:c3c0:0000:0001:0222:64ff:fe19:f308

Когда ещё не стояло проблемы использования Интернета обычными пользователями, инженерам было приемлемо использование адресов даже в таком виде, но для более широкого распространения Интернета потребовалось создать систему читаемых и легкозапоминаемых адресов. Такой системой в 1983 г. стала Система доменных имён Интернета (Domain Name System, DNS), значительно изменённая в 1987 г.

Система DNS – это глобальное распределенное хранилище доменных имён. По сути DNS – это «телефонная книга Интернета». Сервера по всему миру могут предоставить значение IP-адреса по тому доменному имени, которое пользователь вводит в браузере.

DNS работает подобно древовидной структуре. Существует набор корневых DNS-серверов, хранящих информацию о корневых доменных зонах (ru, com, org и т.д.). Серверы корневых доменных зон хранят информацию о серверах корневых доменных имён, сервера корневых доменных имён хранят информацию о конкретных доменных именах 2-го уровня и т.д.

Рассмотрим это на примере адреса русскоязычного раздела Википедии ru.wikipedia.org:



Прочтение адреса DNS всегда происходит с конца, каждый уровень отделяется точкой:

- «.» – 0-й (корневой) уровень, обычно опускается;
- «org» – 1-й уровень (домен верхнего уровня);
- «wikipedia» – 2-й уровень (домен второго уровня);
- «ru» – 3-й уровень (домен третьего уровня) и т.д.

Именно благодаря DNS, когда пользователь вводит «yandex.ru» в адресной строке браузера, «yandex.ru» разрешается (или «резолвится», от англ. to resolve – разрешать) в IPv4-адрес или IPv6-адрес соответственно:

77.88.8.88

2a02:6b8:0:1::feed:bad.

Особенно полезным доменное имя является, когда пользователь отправляет электронную почту. Человеку гораздо проще запомнить:

example@mail.ru,

чем

example@94.100.180.199

или

example@217.69.139.201.

Хотя и тот, и другой IP-адрес – это адрес одного и того же почтового ящика, просто эти адреса – это разные серверные ноды (отдельные сервера) в кластере, принадлежащего mail.ru. DNS позволяет привязать домен mail.ru ко всем этим адресам, перенаправляя на каждый сервер с равной вероятностью, что позволяет распределить нагрузку на ноды более-менее равномерно.

Как правило, каждый из Интернет-провайдеров поддерживает в своей сети несколько собственных DNS-серверов, называемых рекурсивными DNS-серверами. Именно к рекурсивным DNS-серверам обращаются абоненты, когда делают запрос того или иного адреса.

Например, при запросе адреса сайта ЮУрГУ «susu.ru», компьютер обратится к рекурсивному серверу провайдера, IP-адрес которого прописан в настройках компьютера. Получив запрос, DNS-сервер провайдера первым делом проверит свой кэш. Вероятность, что в кэше DNS-сервера провайдера нет информации об адресе «susu.ru» ничтожно мала. И скорее всего DNS провайдера ответит пользовательскому компьютеру, не запрашивая информацию у других DNS-серверов. Но в случае, если пользователь – первый абонент провайдера, обратившийся по адресу «susu.ru», либо к адресу «susu.ru» никто из абонентов провайдера не обращался длительное время и адрес был очищен из кэша, DNS провайдера сделает запрос на один из корневых DNS-серверов, список которых находится в его настройках. Корневой DNS ответит информацию лишь о верхнем домене «.ru», за который отвечает DNS-сервер 2-го уровня. Получив его

IP-адрес и сделав запрос на DNS-сервер 2-го уровня, DNS провайдера получит информацию, что за адрес «susu.ru» отвечают два ns-сервера:

IP адрес или домен:	susu.ru
IP	37.75.250.11
Хост:	hosting05.urc.ac.ru
Город:	Челябинск 🚩
Страна:	<a href="#">Russian Federation</a>
IP диапазон:	37.75.248.0 - 37.75.251.255
Название провайдера:	South Ural State University

domain: SUSU.RU  
nserver: ns1.urc.ac.ru  
nserver: ns2.urc.ac.ru  
state: REGISTERED, DELEGATED, VERIFIED  
org: Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego obrazovaniya "Juzhno-Ural'skij gosudarstvennyj universitet (nacional'nyj  
issledovatel'skij universitet)"  
registrar: REGTIME-RU  
admin-contact: <https://whois.webnames.ru>  
created: 2002-12-26T21:00:00Z

DNS провайдера обратится к первому ns-серверу в этом списке – «ns1.urc.ac.ru», имеющему IP-адрес 37.75.249.33. Получив ответ, что «susu.ru» имеет несколько так называемых А-записей, к любой из которых пользователь может обратиться, DNS провайдера перенаправит информацию о всех IP-адресах А-записей сайта susu.ru компьютеру пользователя. Получив список адресов, пользовательский компьютер обратится к одному из них, делая запрос на порт 80 протокола TCP. Порт 80 в данном случае – это параметр протокола TCP, определяющий назначение пакетов данных. Порт 80 на WEB-сервере susu.ru ответственен за обмен данными по протоколу HTTP (по нему идёт просмотр страниц в браузере, а не проверка почты в почтовом клиенте по протоколу SMTP, скачивание файлов по протоколу FTP или обмен данными каким-либо другим образом). Соответствие портов строго соответствует конкретному назначению и стандартизировано во всех операционных системах и во всём интернет-оборудовании. Название «порт» сделано по аналогии с морскими

портами: одна страна может иметь несколько портов, через которые происходит обмен грузами. Всего в каждой операционной системе имеется 65536 портов через которые может производиться обмен информацией между программами и сетью Интернет. Использование различных портов также нужно для того, чтобы на одном сервере с одним IP-адресом могло быть любое число сайтов с разными доменными именами. На основании запроса браузера, содержащего IP-адрес и номер порта, WEB-сервер узнаёт какой именно сайт необходимо показать в ответ.

Система DNS не просто упрощает запоминание адресов в сети Интернет, а существенно расширяет её функционал. Если вы хотите создать ресурс с большим числом посетителей, то для обработки запросов этих посетителей, вы должны обладать множеством серверов с различными IP-адресами. DNS даст возможность предоставлять все эти сервера для пользователей, как один удобный адрес, например «vasya.ru». Кроме того, DNS, последовательно предоставляя А-записи вашего WEB-сервера, равномерно распределит нагрузку по всем серверам.

На вашем домене вы можете создать также и почтовый сервис и благодаря системе DNS письмо, отправленное по адресу «petya@vasya.ru», пойдет не на IP-адрес одной из А-записей вашего WEB-сайта www.vasya.ru, а на один из адресов, указанных в качестве МХ-записей вашего домена vasya.ru отвечающих за обработку почты. Это позволит хранить WEB-интерфейс вашего почтового сервиса и саму почтовую программу на совершенно разных серверах с разными IP-адресами. Кроме того, вы можете создать FTP-сервер «ftp.vasya.ru», чтобы позволить посетителям качать с вашего ресурса какие-либо файлы. И ещё множество различных сервисов вы можете создать на вашем домене vasya.ru и система DNS позволит всем этим сервисам функционировать на вашем ресурсе. Таким образом, благодаря DNS весь Интернет работает именно так, как мы к этому привыкли.