Network Working Group
Request for Comments: 1035

P. Mockapetris
ISI
November 1987

Obsoletes: RFCs 882, 883, 973

Доменные имена — реализация и спецификация

DOMAIN NAMES - IMPLEMENTATION AND SPECIFICATION

1. Статус документа

В этом RFC описаны детали и протокол системы доменных имён. Предполагается, что читатель знаком с концепциями, рассмотренными в связанном документе - Domain Names - Concepts and Facilities [RFC-1034].

Система доменных имён представляет собой комбинацию функций и типов данных, относящихся к официальному протоколу, а также функций и типов данных, остающихся экспериментальными. Поскольку система доменных имён непрерывно развивается, следует принимать во внимание, что новые типы данных и экспериментальное поведение всегда будут встречаться в компонентах системы, выходящих за пределы официального протокола. Компоненты официального протокола включают стандартные очереди, отклики и форматы данных RR[1] (например, адреса хостов). С момента выхода предшествующей серии RFC некоторые определения были изменены, а часть определений утратила силу.

Экспериментальные или устаревшие функции явно отмечены в этой серии RFC - применять их следует осторожно.

Читателя следует специально предупредить о том, что приведённые в примерах значения не являются актуальными или полными - они приведены лишь для наглядности. Документ можно распространять свободно.

Оглавление

[1]Resource Record - запись о ресурсе. *Прим. перев.*

2. Введение

2.1. Обзор

Целью системы доменных имён является обеспечение механизма именования ресурсов таким способом, чтобы имена были бы приемлемы для разных хостов, сетей, семейств протоколов, межсетевого взаимодействия, административных организация.

С точки зрения пользователя доменные имена полезны в качестве аргументов для локального агента, называемого распознавателем (resolver), который восстанавливает информацию, связанную с доменным именем. Таким образом, пользователь может получить адрес хоста или почтовую информацию, связанную с конкретным доменным именем. Чтобы позволить пользователям запрашивать конкретный тип информации, запрос соответствующего типа передаётся распознавателю вместе с доменным именем. Для пользователя дерево доменов представляет собой единое информационное пространство - распознаватель отвечает за сокрытие от пользователя распределения данных между разными серверами имён.

С точки зрения распознавателя база данных, образующая пространство доменных имён, распределена по разным серверам имён. Различные части пространства имён хранятся на разных серверах, хотя отдельные элементы данных могут в целях резервирования размещаться на двух и более серверах имён. Распознаватель начинает с нахождения хотя бы одного сервера имён. Когда распознаватель обрабатывает пользовательский запрос, он запрашивает информацию у известного сервера имён. В ответ распознаватель получает желаемые данные или ссылку на другой сервер имён. Используя серверы, на которые ссылается известный сервер имён, распознаватель отождествляет другие серверы имён и хранящуюся на них информацию. Распознаватели отвечают за работу с распределенным пространством имён и при возникновении отказов используют резервные базы данных на других серверах.

Серверы имён работают с двумя типами данных. Первый тип хранится в наборах, называемых зонами (zone); каждая зона представляет собой полную базу данных для одного «вырезанного» субдерева пространства доменных имён. Этот тип данных называют полномочными (authoritative). Сервер имён периодически проверяет актуальность данных своих зон и, обнаружив несоответствие, получает обновленные данные зоны из первичных (master) файлов, хранящихся локально или на другом сервере имён. Ко второму типу относятся кэшированные данные, которые были получены локальным распознавателем. Эти данные могут быть неполными, но их наличие существенно повышает производительность поиска при повторяющихся запросах для нелокальных данных. Кэшированные данные время от времени отбрасываются с использованием механизма тайм-аута.

Эта функциональная структура изолирует проблемы пользовательского интерфейса, восстановления при отказах и распределения информации в распознавателях, а проблемы обновления баз данных - в серверах имён.

2.2. Конфигурации общего назначения

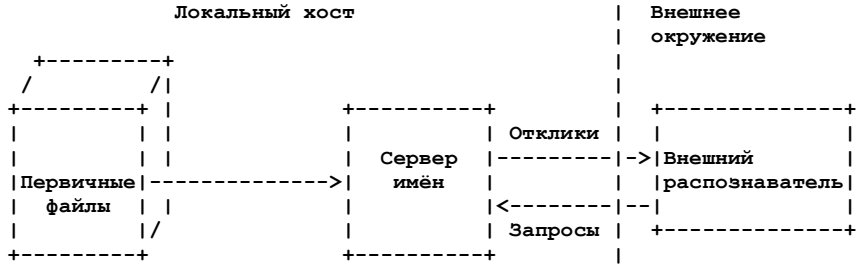
Хост может участвовать в работе системы доменных имён разными способами в зависимости от того, имеются ли на нем программы, отыскивающие информацию в системе доменных имён, серверы имён, отвечающие на запросы других хостов, или комбинации обеих функций. Простейшая и наиболее распространённая конфигурация показана на рисунке.

Пользовательские программы взаимодействуют с пространством доменных имён через распознаватели. Формат пользовательских запросов и откликов зависит от хоста и операционной системы (ОС). Пользовательские запросы обычно представляют собой обращения к ОС, а распознаватель и его кэш являются частью ОС. Хосты с меньшими возможностями могут выбрать для себя реализацию распознавателя в форме подпрограммы, которая будет

компоноваться с каждой программой, которой требуются услуги распознавания имён. Распознаватели отвечают на пользовательские запросы информацией, полученной через запросы к внешним серверам имён или локальному кэшу.

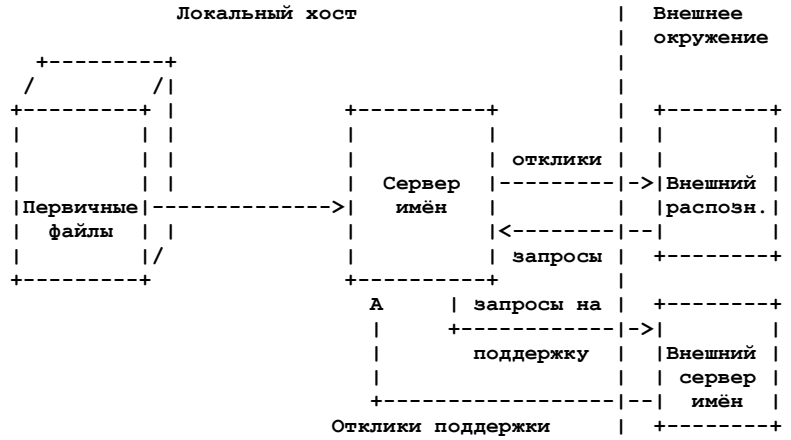
Отметим, что распознаватель может делать запросы к нескольким внешним серверам имён для выполнения одного пользовательского запроса и, следовательно, процесс выполнения пользовательского запроса может включать множество обращений к сети и занимать любое время. Запросы к внешним серверам имён и соответствующие отклики имеют стандартный формат, описанный в этом документе, и могут передаваться в форме дейтаграмм.

В зависимости от своих возможностей, сервер имён может быть программой на выделенной машине, а также процессом или группой процессов на крупном хосте коллективного пользования. Пример простой конфигурации показан ниже.



Здесь первичный сервер имён получает информацию о зоне или множестве зон путём прочтения первичных файлов со своей локальной файловой системы и отвечает на запросы для этой зоны, получаемые от внешних распознавателей имён.

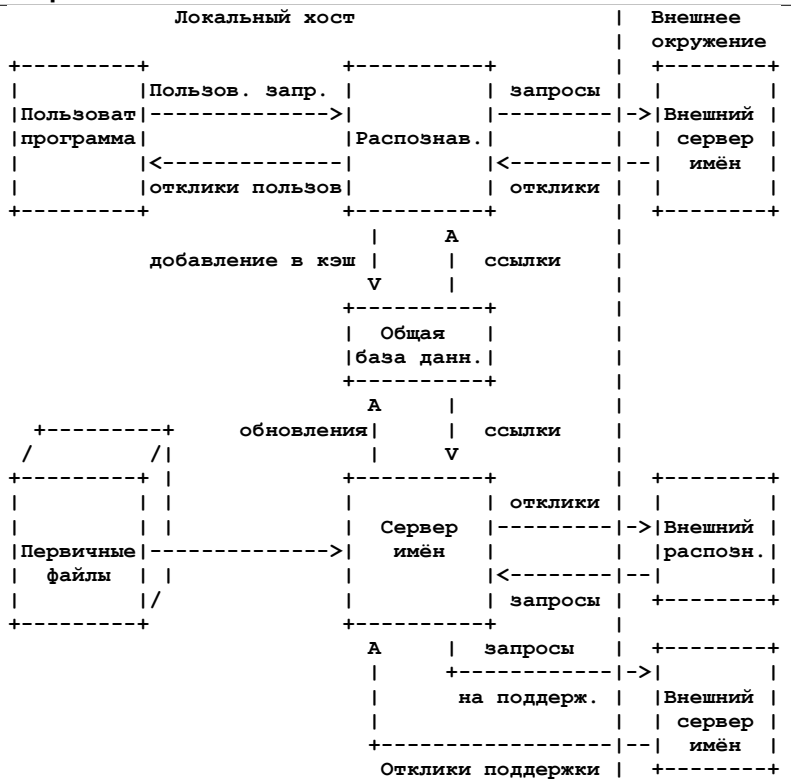
DNS[1] требует, чтобы все зоны поддерживались с резервированием на нескольких серверах имён. Уполномоченные (designated) вторичные серверы получают зоны и проверяют наличие обновления на своих первичных (ведущих) серверах имён, используя протокол переноса зон DNS. Конфигурация показана на рисунке.



В этой конфигурации сервер имён периодически организует виртуальный канал к внешнему серверу имён для получения копии зоны или проверки наличия изменений. Сообщения, передаваемые для этих операций поддержки, используют такую же форму, как в запросах и откликах, но последовательность сообщений несколько иная.

Поток информации на хосте, поддерживающем все аспекты DNS, показан на рисунке.

[1]Domain Name System - система доменных имён. *Прим. перев.*



Разделяемая (общая) база данных содержит информацию пространства доменных имён для локального сервера имён и распознавателя. Содержимое этой базы обычно представляет собой смесь полномочных данных, поддерживаемых путём периодического обновления данных сервера имён и кэшированных данных из предшествующих запросов распознавателя. Структура данных домена и необходимость синхронизации между серверами имён и распознавателями косвенно задают характеристики базы данных, но выбор реального формата остаётся за разработчиком. Поток информации можно организовать так, чтобы группа хостов действовала совместно в целях оптимизации. Иногда это выполняется для разгрузки слабых хостов, чтобы на них не нужно было реализовать полнофункциональный распознаватель имён. Это может быть приемлемо для ПК и хостов, которые хотят минимизировать объем требуемого для работы сетевого кода. Такая схема также позволяет группе хостов совместно использовать незначительное число кэшей взамен организации многочисленных кэшей, исходя из того, что централизация кэшей будет увеличивать частоту запросов к тем или иным данным к кэше. В этом случае распознаватели заменяются «заглушками» (stub resolver), которые действуют в качестве «препроцессоров» для распознавателей, расположенных в рекурсивном сервере одного или нескольких серверов имён, про которые известно, что они предоставляют такие услуги (см. рисунок).

Отметим, что в любом случае компоненты домена всегда реплицируются для повышения надёжности.

2.3. Соглашения

В системе доменных имён используются некоторые соглашения, связанные с вопросами низкого уровня, но имеющими фундаментальное значение. Хотя разработчики вправе отказаться от выполнения этих соглашений **внутри своей системы**, они **должны** следовать соглашениям в части **всех** аспектов поведения, доступных для других хостов.

2.3.1. Предпочтительный синтаксис имён

Спецификации DNS пытаются сохранить максимально доступный уровень обобщения для правил создания доменных имён. Идея заключается в том, чтобы любые существующие объекты могли быть представлены доменными именами с минимизацией требуемых изменений.

Однако при выделении доменного имени для объекта благоразумный пользователь будет стараться выбрать имя, которое будет соответствовать как правилам системы доменных имён, так и существующим для данного объекта правилам, которые опубликованы или подразумеваются существующими программами.

Например, при именовании почтового домена пользователь должен следовать правилам данного документа и RFC 822. При создании нового имени хоста следует выполнять старые правила для файла HOSTS.TXT. Это позволит избежать проблем со старыми программами при использовании ими доменных имён.

Показанный ниже синтаксис не будет вызывать существенных проблем для большинства программ, использующих доменные имена (например, электронной почты TELNET).

```
<domain>       ::= <subdomain> | " "
<subdomain>    ::= <label> | <subdomain> "." <label>
<label>              ::= <letter> [ [ <ldh-str> ] <let-dig> ]
<ldh-str>      ::= <let-dig-hyp> | <let-dig-hyp> <ldh-str>
<let-dig-hyp>  ::= <let-dig> | "-"
<let-dig>      ::= <letter> | <digit>
<letter>       ::= любая из 52 букв от A до Z и от a до z
<digit>              ::= любая из десяти цифр от 0 до 9
```

Отметим, что в доменных именах могут использоваться строчные и прописные буквы, а регистр символов не имеет значения (т. е., строчные и прописные буквы в доменных имена не различаются).

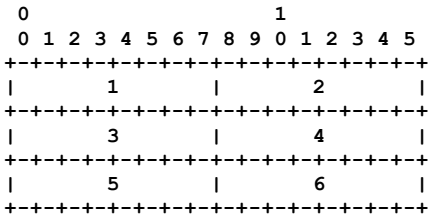
Метки должны следовать правилам для имён хостов ARPANET. Имена должны начинаться с буквы, заканчиваться могут буквой или цифрой, а в середине могут включать буквы, цифры и знак дефиса. Существуют также некоторые ограничения на размер имени - метка не должна включать более 63 символов.

Например, приведённые ниже имена могут идентифицировать хосты Internet.

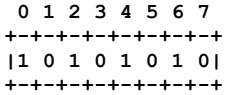
```
A.ISI.EDU XX.LCS.MIT.EDU SRI-NIC.ARPA
```

2.3.2. Порядок передачи данных

Порядок передачи заголовка и данных, описанных в настоящем документе, определяется на уровне октетов. Всякий раз, когда на диаграмме показана группа октетов, порядок передачи этих октетов совпадает с порядком их прочтения, принятом в английском языке[1]. В примере, показанном на рисунке справа, октеты будут передаваться в порядке их нумерации на рисунке.



Когда октет представляет собой численное значение, расположенный на рисунке ниже бит является старшим (наиболее значимым). Т. е., бит, помеченный номером 0 на рисунке слева, является старшим. В этом примере показано десятичное число 170.



Аналогично этому для случаев когда числовое значение представлено многооктетным полем левый бит является самым старшим для этого поля. При передаче многооктетного поля сначала передаётся старший октет.

2.3.3. Регистр символов

Для всех компонент DNS, которые являются частью официального протокола, сравнение символьных строк (меток, доменных имён и т. п.) осуществляется без учёта регистра символов. В настоящее время это правило не имеет исключений в системе доменных имён. Однако в будущем может потребоваться использование всех битов октетов, поэтому следует избегать попыток использования для доменных имён 7-битовую кодировку ASCII или применения специальных октетов завершения меток и т. п.

При вводе данных в систему доменных имён по возможности следует сохранять регистр символов. Однако в некоторых случаях такое сохранение невозможно. Например, если две записи RR сохраняются в базе данных и одна представлена, как x.y, а вторая, - как X.Y, реально они будут храниться в одном месте базы и, следовательно, только в одном из регистров. Основное правило сохранения регистра символов для таких случаях «отбрасывается» лишь в тех ситуациях, когда данные служат для определения структуры в базе данных и два имени будут совпадать, если не принимать во внимание регистр символов.

Потеря чувствительно к регистру символов информации должна быть минимизирована. Таким образом, хотя данные для x.y и X.Y могут храниться в одном месте, как x.y или X.Y, данные для a.x и B.X не будут храниться в форме A.x, A.X, b.x или b.X. В общем случае такой подход сохраняет регистр первой метки доменного имени, но заставляет стандартизировать регистр меток внутренних узлов.

Системным администраторам при вводе данных в систему доменных имён следует быть осторожными с регистрами символов в доменных именах, если их системы различают строчные и прописные буквы. Система распространения данных в DNS будет гарантировать сохранение соответствующего представления.

2.3.4. Ограничение размера

Для объектов и параметров в DNS существуют ограничения на размеры, перечисленные здесь. Некоторые из этих ограничений легко могут быть изменены, а другие являются более фундаментальными.

метки	не более 63 октетов;
имена	не более 255 октетов;

[1]Слева направо. *Прим. перев.*

TTL положительные значения в формате 32-битового целого числа со знаком;

Сообщения UDP не более 512 октетов

3. Определения пространства доменных имён и RR

3.1. Определения пространства доменных имён

Доменные имена в сообщениях представляются в форме последовательности меток.

Каждая метка представляется в форме 1-октетного поля размера, за которым следует соответствующее число октетов. Поскольку каждое доменное имя завершается null-меткой корня, завершающим октетом доменного имени является поле размера пустой метки со значением 0. Два старших бита каждого октета размера должны иметь значение 0, а оставшиеся 6 октетов позволяют создавать метки размером до 63 октетов.

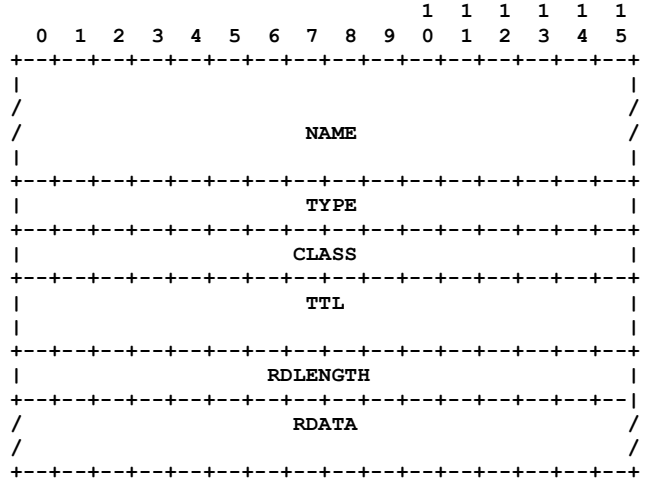
Для упрощения реализации общий размер доменного имени (т. е., число октетов меток и октетов размера) ограничен значением 255 октетов.

Хотя метки могут содержать в своих октетах любые 8-битовые значения, настоятельно рекомендуется следовать предпочтительному синтаксису, описанному в этом документе и обеспечивающему совместимость с существующими соглашениями по именованию. Серверы имён и распознаватели должны сравнивать метки без учёта регистра символов (т. е., A=a), предполагая использование кодировки ASCII с нулевым битом чётности.

3.2. Определения RR

3.2.1. Формат

Все записи RR используют на верхнем уровне единый формат, показанный на рисунке.



NAME имя владельца (т. е., узла, которому принадлежит запись о ресурсе.

TYPE два октета, содержащие код типа RR.

CLASS два октета, содержащие код класса RR.

TTL 32-битовое целое число со знаком[1], задающее временной интервал, в течение которого запись может кэшироваться прежде, чем снова возникнет необходимость обращения к источнику данных. Нулевое значение этого поля говорит о том, что RR может использоваться только для текущей транзакции и эту запись не следует кэшировать. Например, записи SOA всегда распространяются с нулевым значением TTL для запрета их кэширования. Нулевые значения используются также для постоянно обновляющихся данных.

RDLENGTH 16-битовое целое число без знака, задающее размер поля RDATA в октетах.

RDATA строка октетов переменного размера, описывающая ресурс. Формат этой информации меняется в зависимости от типа (TYPE) и класса (CLASS) записи о ресурсе.

3.2.2. Значения типа

Поля TYPE используются в записях о ресурсах. Отметим, что эти типы являются подмножеством QTYPE.

Тип	Значение	Описание
A	1	Адрес хоста
NS	2	Полномочный сервер имён
MD	3	Назначение для электронной почты (устарело, используется MX)
MF	4	Пересылка для электронной почты (устарело, используется MX)
CNAME	5	Каноническое имя для псевдонима
SOA	6	Показывает начало зоны полномочий
MB	7	Доменное имя почтового ящика (эксперимент)
MG	8	Член почтовой группы (эксперимент)
MR	9	Доменное имя переименования почты (эксперимент)
NULL	10	Пустая RR (эксперимент)
WKS	11	Описание общеизвестного сервиса

[1]В параграфе 4.1.3 приведено определение поля TTL ещё раз и оно трактуется, как целое число без знака (верно). Ошибка исправлена в RFC 2181. *Прим. перев.*

PTR	12	Указатель доменного имени
HINFO	13	Информация о хосте
MINFO	14	Информация о почтовом ящике или почтовом списке
MX	15	Почтовый обмен
TXT	16	Текстовая строка

3.2.3. Значения QTYPE

Поля QTYPE (тип запроса) появляются в вопросительной части запросов. QTYPE является надмножеством TYPE и, следовательно, все значения типов корректны для поля QTYPE. В дополнение к этому определены несколько значений QTYPE.

AXFR	252	запрос на перенос зоны целиком;
MAILB	253	запрос почтовых записей (MB, MG или MR);
MAILA	254	запрос RR для почтового агента (устарел, см. MX);
*	255	запрос на все записи.

3.2.4. Значения CLASS

Поля класса[1] используются в записях о ресурсах. Ниже приведён список определённых значений класса.

IN	1	Internet;
CS	2	класс CSNET (устарел, используется лишь в качестве примера в некоторых устаревших RFC);
CH	3	класс CHAOS;
HS	4	Hesiod [Dyer 87];

3.2.5. Значения QCLASS

Поля QCLASS (класс запроса) появляются в вопросительной части запросов. Значения QCLASS являются надмножеством значений CLASS, поэтому для них применимы все определённые значения классов. В дополнение к этому определён один специальный класс запросов.

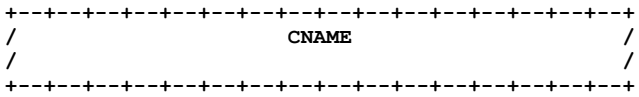
*	255	любой класс

3.3. Стандартные RR

Приведённые ниже определения RR потенциально могут появляться во всех классах. В частности, записи NS, SOA, CNAME и PTR будут использоваться во всех классов в одинаковом формате. Поскольку формат RDATA для этих записей известен, все доменные имена в разделах RDATA этих RR могут сжиматься.

Строка <domain-name> указывает доменное имя в форме последовательности меток, завершаемое меткой нулевого размера. <character-string> представляет собой 1-октетное поле размера, за которым следует соответствующее число символов. <character-string> трактуется, как двоичные данные и может иметь размер до 256 октетов (с октетом размера).

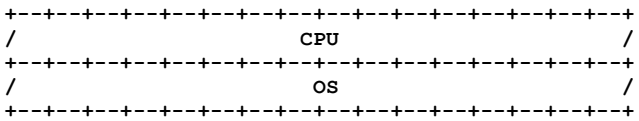
3.3.1. Формат CNAME RDATA



CNAME Строка <domain-name>, задающая каноническое или основное имя владельца. Имя владельца является псевдонимом.

Записи CNAME RR не требуют дополнительной обработки раздела, но сервер имён может выбирать в некоторых случаях повторный запрос для канонического имени. Логика работы серверов имён описана в [RFC-1034].

3.3.2. Формат HINFO RDATA



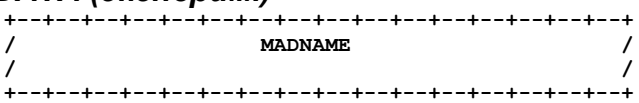
CPU Строка <character-string>, задающая тип процессора.

OS Строка <character-string>, задающая тип операционной системы.

Стандартные значения поле CPU и OS можно найти в документе [RFC-1010].

Записи HINFO используются для получения общих сведений о хосте. Основное предназначение — протоколы типа FTP, которые могут использовать специальные процедуры при работе между однотипными машинами или операционными системами.

3.3.3. Формат MB RDATA (эксперим.)

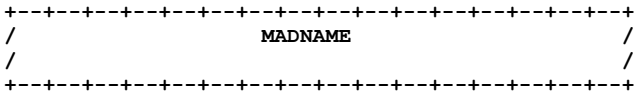


[1]Точнее было бы сказать «класса сети». *Прим. перев.*

MADNAME Строка <domain-name>, задающая хост, на котором расположен указанный почтовый ящик.

Записи MB вызывают дополнительную обработку раздела, при которой определяются записи RR типа A, соответствующие MADNAME.

3.3.4. Формат MD RDATA (устаревш.)

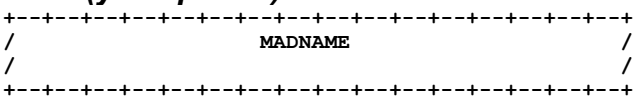


MADNAME Строка <domain-name>, задающая хост с почтовым агентом для домена, которому следует обеспечивать возможность доставки почты в этот домен.

Записи MD вызывают дополнительную обработку раздела, при которой определяются записи RR типа A, соответствующие MADNAME.

Записи MD признаны устаревшими. Новая схема подробно описана в определении записи MX и [RFC-974]. При обнаружении MD RR в первичном файле запись следует отбрасывать или преобразовать в MX RR с приоритетом 0.

3.3.5. Формат MF RDATA (устаревш.)

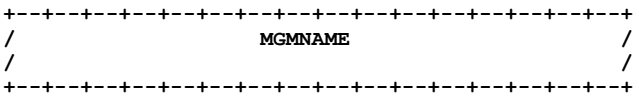


MADNAME Строка <domain-name>, задающая хост с почтовым агентом для домена, который будет принимать почту для пересылки в домен.

Записи MF вызывают дополнительную обработку раздела, при которой определяются записи RR типа A, соответствующие MADNAME.

Записи MF признаны устаревшими. Новая схема подробно описана в определении записи MX и [RFC-974]. При обнаружении MF RR в первичном файле запись следует отбрасывать или преобразовать в MX RR с приоритетом 10.

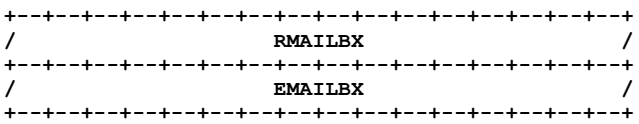
3.3.6. Формат MG RDATA (эксперим.)



MGMNAME Строка <domain-name>, задающая почтовый ящик, который является членом почтовой группы, заданной доменным именем.

Записи MG не вызывают дополнительной обработки.

3.3.7. Формат MINFO RDATA (экспер.)

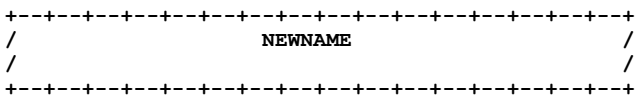


RMAILBX Строка <domain-name>, задающая почтовый ящик, который отвечает за список рассылки, или почтовый ящик. Если доменное имя указывает на корень, владелец MINFO RR отвечает сам за себя. Отметим, что многие из существующих списков рассылки используют почтовый ящик X-request в качестве значения поля RMAILBX для списка рассылки X (например, Msgroup-request для списка Msgroup). Это поле обеспечивает более общий механизм.

EMAILBX Строка <domain-name>, задающая почтовый ящик, который получает сообщения об ошибках, связанные со списком рассылки или почтовым ящиком, заданным владельцем MINFO RR (подобно полю ERRORS-TO:, которое было предложено). Если доменное имя указывает на корень, ошибки должны возвращаться отправителю сообщения.

Записи MINFO не вызывают дополнительной обработки. Хотя эти записи могут быть связаны с обычным почтовым ящиком, обычно их используют для списков рассылки.

3.3.8. Формат MR RDATA (эксперим.)

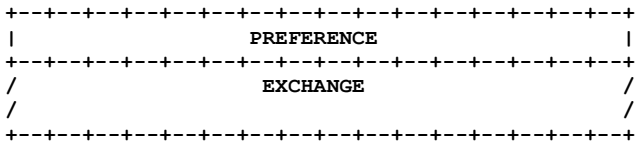


NEWNAME Строка <domain-name>, задающая почтовый ящик, который подобающим образом переименовывает почту указанного почтового ящика.

Записи MR не вызывают дополнительной обработки. Основным назначением записи MR является пересылка для пользователей, которые были перемещены на другой почтовый ящик.

3.3.9. Формат MX RDATA

PREFERENCE 16-битовое целое число, которое задает уровень приоритета для данной RR среди других записей[1]

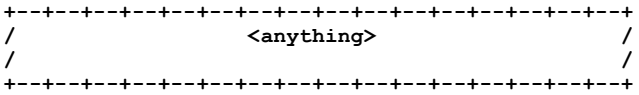


того же владельца. Меньшее значение указывает более высокий приоритет.

EXCHANGE Строка <domain-name>, которая указывает хост, желающий обеспечивать почтовый обмен для имени владельца.

Записи MX вызывают дополнительную обработку по определению записи типа A для хоста, указанного полем EXCHANGE. Подробное описание использования MX RR приведено в [RFC-974].

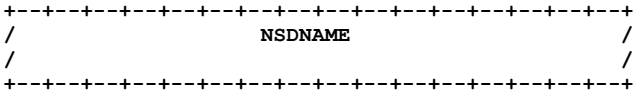
3.3.10. Формат NULL RDATA (экспер.)



В этой записи может размещаться любая информация размером до 65535 октетов.

Записи NULL не вызывают дополнительной обработки. NULL RR недопустимо использовать в первичных файлах. Записи NULL используются в качестве заполнения для некоторых экспериментальных расширений DNS.

3.3.11. Формат NS RDATA

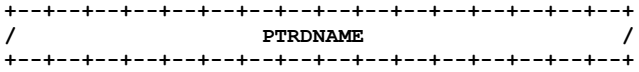


NSDNAME Строка <domain-name>, указывающая хост, которому следует быть полномочным для заданного класса и домена.

Записи NS вызывают как обычную дополнительную обработку раздела для нахождения записи типа A, так и, при использовании в качестве направления, специальный поиск зоны, в которой может находиться склеивающая информация.

NS RR говорит, что на упомянутом хосте следует ожидать наличия зоны, начинающейся от имени владельца заданного класса. Отметим, что класс может не показывать семейство протоколов, которое следует использовать для связи с хостом, хотя обычно это делается достаточно строго. Например, хосты, являющиеся серверами имён для информации класса Internet (IN) или Hesiod (HS), обычно запрашивают с использованием протоколов класса IN.

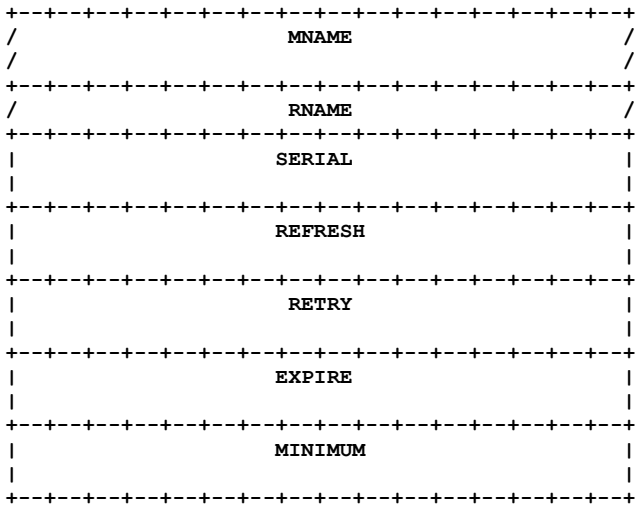
3.3.12. Формат PTR RDATA



PTRDNAME Строка <domain-name>, указывающая на некое место в пространстве имён домена.

Записи PTR не вызывают дополнительной обработки. Эти RR используются в специальных доменах для указание на некое другое место в доменном пространстве. Эти записи представляют собой просто данные и не предполагают какой-либо специальной обработки типа той, что выполняется CNAME, идентифицирующей псевдоним. В качестве примера см. описание домена IN-ADDR.ARPA.

3.3.13. Формат SOA RDATA



MNAME <domain-name> сервера имён, который был исходным или основным источником данных для этой зоны.

RNAME Строка <domain-name>, которая задает почтовый ящик дица, ответственного за эту зону.

[1]Однотипных. *Прим. перев.*

SERIAL 32-битовое целое число без знака, показывающее номер версии оригинала зоны. При переносе зон это значение сохраняется. Значение порядкового номера может проходить через максимум, поэтому для сравнения следует использовать арифметику порядковых номеров.

REFRESH 32-битовое значение интервала времени, по истечении которого зону следует обновить.

RETRY 32-битовое значение интервала времени, которое должно пройти перед повторением попытки обновления после отказа.

EXPIRE 32-битовое значение интервала времени, которое задаёт верхний предел для периода, по истечении которого зона перестанет быть полномочной.

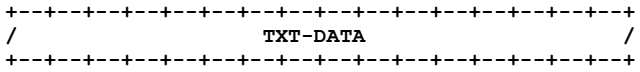
MINIMUM 32-битовое целое число без знака, задающее минимальное значение поля TTL, которое следует экспортировать с любой записью RR из этой зоны.

Записи SOA не вызывают дополнительной обработки.

Все временные параметры задаются в секундах.

Большинство из этих полей имеет отношение только к операциям поддержки сервера имён. Однако поле MINIMUM используется для всех запросов, которые возвращают записи RR из зоны. Всякий раз, когда RR передаётся в ответ на запрос, в поле TTL устанавливается большее из значений поля TTL в RR и поля MINIMUM в соответствующей записи SOA. Значение поля MINIMUM является нижней границей значений TTL для всех RR в зоне. Отметим, что такое использование поля MINIMUM возникает, когда RR копируются в отклик, а не при загрузке зоны из первичного файла или при использовании переноса зоны. Причина такого поведения обусловлена желанием позволить будущим средствам динамического обновления менять SOA RR с известной семантикой.

3.3.14. Формат TXT RDATA

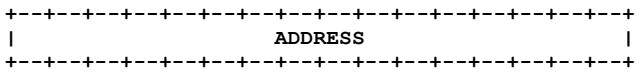


TXT-DATA Одна или множество строк <character-string>.

Записи TXT RR используются для хранения описательной информации. Семантика текста зависит от домена, к которому относится запись.

3.4. Internet RR

3.4.1. Формат A RDATA

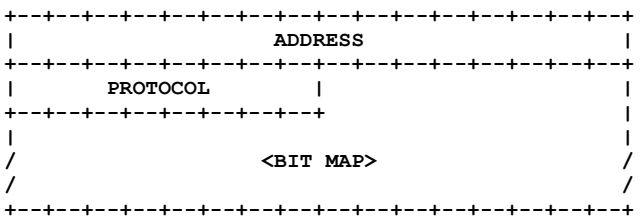


ADDRESS 32-битовый адрес Internet.

Хосты с множеством адресов Internet будут иметь множественные записи типа A.

Записи A не вызывают дополнительной обработки. Раздел RDATA в строке A первичного файла представляет собой адрес IP в форме четырёх десятичных значений, разделённых точками без каких-либо пробельных символов (например, 10.2.0.52 или 192.0.5.6).

3.4.2. Формат WKS RDATA



ADDRESS 32-битовый адрес Internet.

PROTOCOL 8-битовый номер протокола IP.

<BIT MAP> Строка битов переменного размера (размер должен быть кратным 8).

Записи WKS[1] используются для описания общеизвестных услуг, поддерживаемых определенным протоколом на конкретном адресе IP. Поле PROTOCOL задаёт номер протокола IP, а строка битов показывает активность портов для заданного протокола. Первый бит строки соответствует порту 0, второй - порту 1 и т. д. Если бит для интересующего протокола не указан, его значение предполагается нулевым. Допустимые значения и мнемоника для портов и протоколов описаны в [RFC-1010].

Например, если PROTOCOL=TCP (6), 26-й бит будет соответствовать порту TCP с номером 25 (SMTP). Если этот бит установлен, серверу SMTP следует прослушивать порт 25 для протокола TCP, а нулевое значение бита говорит о том, что услуги SMTP не поддерживаются для указанного адреса.

Целью записей WKS RR является предоставление информации о доступности серверов TCP и UDP. Если сервер поддерживает оба протокола или имеет множество адресов Internet, используется множество записей WKS RR.

Записи WKS не вызывают дополнительной обработки.

В первичных файлах порты и протоколы указываются с использованием мнемоники или десятичных номеров.

[1]Well known service.

3.5. Домен IN-ADDR.ARPA

В сети Internet используется специальный домен для поддержки местоположения шлюзов и отображения адресов Internet на имена хостов. В других классах могут использоваться аналогичные стратегии. Назначение специального домена заключается в обеспечении гарантированного метода отображения адресов хостов на их имена и обслуживания запросов на поиск всех шлюзов в конкретной сети, входящей в Internet.

Отметим, что оба эти сервиса похожи по функциям, которые могут выполняться в инверсных запросах - различие заключается в том, что эта часть пространства доменных имён структурирована по адресам и, следовательно, обеспечивается гарантия нахождения требуемой информации без полного просмотра пространства доменных имён.

Домен начинается от «корня» IN-ADDR.ARPA и имеет подструктуру, соответствующую структуре адресации Internet.

Имена в домене IN-ADDR.ARPA определяются так, чтобы они имели четыре метки в дополнение к суффиксу IN-ADDR.ARPA. Каждая метка представляет один октет адреса Internet и выражается строкой символов десятичного значения из диапазона 0-255 (нули перед значащими цифрами опускаются за исключением случаев, когда октет адреса имеет значение 0).

Адреса хостов представляются доменными именами, в которых заданы все 4 метки. Таким образом, данные для адреса Internet 10.2.0.52 размещаются в домене 52.0.2.10.IN-ADDR.ARPA. Обратный порядок указания октетов адреса позволяет делегировать зоны, представляющие собой в точности одну сеть в адресном пространстве. Например, 10.IN-ADDR.ARPA может быть зоной, содержащей данные для сети ARPANET, а 26.IN-ADDR.ARPA может быть отдельной зоной для сети MILNET. Адреса хостов используются для хранения указателей на основное имя хостов в обычном пространстве доменных имён.

Номера сетей соответствуют неким нетерминальным узлам на различных уровнях домена IN-ADDR.ARPA, поскольку номера сетей Internet включают 1, 2 или 3 октета. Сетевые узлы используются для хранения указателей на первичные имена хостов для шлюзов, подключённых этим сетям. Поскольку шлюз по определению подключается более, чем к одной сети, на него обычно будет указывать не менее двух сетевых узлов. Шлюзы будут иметь также указатели уровня хостов для своих полных адресов.

Оба указателя для шлюзов (полный и сетевой) используют записи PTR RR, указывающие на основное доменное имя соответствующих хостов.

Например, в домене IN-ADDR.ARPA будет содержаться информация о шлюзе ISI между сетями 10 и 26, шлюзе MIT между сетью 10 и принадлежащей MIT сети 18, а также хостах A.ISI.EDU и MULTICS.MIT.EDU. В предположении, что шлюз ISI имеет адреса 10.2.0.22, 26.0.0.103 и имя MILNET-GW.ISI.EDU, а шлюз MIT - адреса 10.0.0.77, 18.10.0.4 и имя GW.LCS.MIT.EDU, база данных домена будет содержать строки:

```
10.IN-ADDR.ARPA.            PTR MILNET-GW.ISI.EDU.
10.IN-ADDR.ARPA.            PTR GW.LCS.MIT.EDU.
18.IN-ADDR.ARPA.            PTR GW.LCS.MIT.EDU.
26.IN-ADDR.ARPA.            PTR MILNET-GW.ISI.EDU.
22.0.2.10.IN-ADDR.ARPA.     PTR MILNET-GW.ISI.EDU.
103.0.0.26.IN-ADDR.ARPA.    PTR MILNET-GW.ISI.EDU.
77.0.0.10.IN-ADDR.ARPA.     PTR GW.LCS.MIT.EDU.
4.0.10.18.IN-ADDR.ARPA.     PTR GW.LCS.MIT.EDU.
103.0.3.26.IN-ADDR.ARPA.    PTR A.ISI.EDU.
6.0.0.10.IN-ADDR.ARPA.      PTR MULTICS.MIT.EDU.
```

Таким образом, программа, которая хочет найти шлюзы в сети 10, будет генерировать запрос в форме QTYPE=PTR, QCLASS=IN, QNAME=10.IN-ADDR.ARPA. После обработки этого запроса в отклеке будут получены две записи RR:

```
10.IN-ADDR.ARPA.            PTR MILNET-GW.ISI.EDU.
10.IN-ADDR.ARPA.            PTR GW.LCS.MIT.EDU.
```

После этого программа может выдать запрос QTYPE=A, QCLASS=IN для MILNET-GW.ISI.EDU. и GW.LCS.MIT.EDU., чтобы определить адреса Internet для этих шлюзов.

Распознаватель имён, который хочет определить имя хоста с адресом Internet 10.0.0.6, будет генерировать запрос в форме QTYPE=PTR, QCLASS=IN, QNAME=6.0.0.10.IN-ADDR.ARPA и получит в ответ:

```
6.0.0.10.IN-ADDR.ARPA.      PTR MULTICS.MIT.EDU.
```

При использовании этих услуг следует принимать во внимание перечисленные ниже обстоятельства.

- Поскольку домен IN-ADDR.ARPA является специальным и обычная нотация для конкретного хоста или шлюза будет размещаться в другой зоне, существует возможность рассогласования данных.
- Шлюзы часто имеют два имени в разных доменах, но только одно имя может быть первичным.
- Системы, использующие базу данных DNS для инициализации своих таблиц маршрутизации, должны стартовать с обеспечением достаточной информации о шлюзах, чтобы гарантировать возможность доступа к соответствующим серверам имён.
- Данные шлюза отражают только существование шлюза в манере, эквивалентной современным файлам HOSTS.TXT. Это не является заменой динамического обмена информацией с помощью протоколов GGP и EGP.

3.6. Определение новых типов, классов и специальных пространств имён

К числу определённых ранее типов и классов относятся те, которые существовали к моменту выхода этого документа. Следует ожидать появления новых определений. В этом параграфе даны некоторые рекомендации разработчикам по добавлению новых определений. Общие вопросы ввода новых определений обсуждаются в почтовой конференции NAMEDROPPERS@SRI-NIC.ARPA.

В общем случае новые типы оправданы, когда в базу данных добавляется новая информация о существующем объекте или требуются новые форматы данных для совершенно нового объекта. Разработчикам следует пытаться определять типы и форматы RDATA для них так, чтобы они были применимы во всех классах и не возникало дублирования

информации. Новые классы оправданы в тех случаях, когда DNS будет использоваться для новых протоколов, т. е., потребуются новые форматы данных специально для этого класса или желательно иметь копию существующего пространства имён, для которой требуется независимое управление.

Новые типы и классы потребуют новой мнемоники для первичных файлов - формат этих файлов требует, чтобы мнемоника для типов и классов была не была связанной.

Значения TYPE и CLASS должны быть корректным подмножеством QTYPE и QCLASS, соответственно.

Существующая система использует множество RR для представления многочисленных значений типа вместо хранения множества значений в разделе RDATA одной записи RR. Для многих приложений это менее эффективно, но позволяет уменьшить размер RR. Множество предложений в части RR включено в некоторые экспериментальные работы по методам динамического обновления.

Существующая система пытается минимизировать дублирование данных в базе для сохранения согласованности. Таким образом, для того, чтобы найти адрес хоста почтового обмена, почтовый домен отображается на имя хоста, а это имя далее отображается на адрес (вместо прямого отображения). Такой подход является более предпочтительным, поскольку он позволяет предотвратить возможную несогласованность.

При определении нового типа данных не следует использовать множество типов RR для упорядочивания элементов или выражения различных форматов для эквивалентных привязок. Вместо этого следует передавать информацию в теле RR, используя один тип. Это правило позволяет избежать проблем с кэшированием множества типов и определением QTYPE для многочисленных типов.

Например, исходная форма привязки почтового обмена использует два типа RR - один для представления «ближайшего» (MD), а другой - для «менее близкого» (MF). Сложность заключается в том, что наличие одного типа RR в кэше не дает никакой информации о другом, поскольку в запросе, обеспечившем кэширование информации для QTYPE могло использоваться значение MF, MD или MAILA (соответствует обоим). Переработанный сервис импользует один тип MX с полем «приоритета» в разделе RDATA, которое позволяет упорядочить разные RR. Однако при наличии в кэше любой записи MX RR остальные тоже должны присутствовать там.

4. Сообщения

4.1. Формат

Весь обмен данными в рамках протокола DNS осуществляется с использованием единого формата, основанного на сообщениях. На верхнем уровне сообщение делится на 5 разделов (некоторые разделы могут оставаться пустыми в

```
+---------------------+
|        Header       | раздел заголовка
+---------------------+
|       Question      | вопрос к серверу имён
+---------------------+
|        Answer       | записи RR, отвечающие
+---------------------+ на вопрос
|      Authority      | записи RR, указывающие на
+---------------------+ полномочный источник
|      Additional     | записи RR с дополнительной
+---------------------+ информацией
```

конкретном сообщении), как показано на рисунке.

Раздел заголовка присутствует в каждом сообщении. Заголовок включает поля, задающие присутствие остальных разделов, характер сообщения (запрос или отклик, стандартный запрос или дополнительная операция).

Имена разделов после заголовка выбраны с учётом их функциональности в стандартных запросах. Вопросительный раздел содержит поля, описывающие запрос к серверу имён. К таким поля относятся QTYPE (тип запроса), QCLASS (класс запроса) и QNAME (запрашиваемое доменное имя). Три последних раздела имеют одинаковый формат и содержат (возможно пустой) список «сцепленных» (конкатенация) записей о ресурсах (RR). Раздел ответа содержит отвечающие на вопрос записи RR, раздел полномочий содержит RR, указывающие полномочный сервер имён, а дополнительный раздел включает RR, связанные с запросом, но, строго говоря, не являющимися ответом на него.

4.1.1. Формат заголовочного раздела

Заголовок сообщение содержит перечисленные ниже и показанные на рисунке поля.

```
                                1  1  1  1  1  1
  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  0  1  2  3  4  5
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|                      ID                       |
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|QR|   Opcode  |AA|TC|RD|RA|   Z    |   RCODE   |
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|                    QDCOUNT                    |
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|                    ANCOUNT                    |
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|                    NSCOUNT                    |
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
|                    ARCOUNT                    |
+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+--+
```

ID 16-битовое целое число, присваиваемое программой, которая генерирует запрос любого типа. Этот идентификатор копируется в соответствующий ответ и может использоваться запрашивающей стороной для сопоставления откликов с ожидающими выполнения запросами.

QR Однобитовое поле, показывающее, является это сообщение запросом (0) или откликом (1).

OPCODE Четырехбитовое поле, задающее тип запроса в сообщении. Это значение устанавливается инициатором запроса и копируется в отклик

- 0 стандартный запрос (QUERY);
- 1 инверсный запрос (IQUERY);
- 2 запрос статуса сервера (STATUS);
- 3-15 резерв для использования в будущем.

AA Полномочный ответ (Authoritative Answer) - этот флаг допустим в откликах и указывает, что отвечающий сервер имён является полномочным для домена, указанного в вопросительном разделе запроса.

Отметим, что содержимое раздела ответов может включать множество имён владельцев в результате наличия псевдонимов. Бит AA относится к имени, которое соответствует имени в запросе, или первому имени владельца в разделе ответов.

TC Отсечка (TrunCation) - показывает, что часть сообщения была отсечена в результате превышения размера, допустимого для канала передачи.

RD Запрос рекурсии (Recursion Desired) - этот флаг может устанавливаться в запросе и копироваться в отклик. Установленный флаг RD инициирует рекурсивное выполнение запроса сервером имён. Поддержка рекурсивных запросов является необязательной.

RA Доступность рекурсии (Recursion Available) - этот флаг устанавливается или сбрасывается в отклике в соответствии с состоянием поддержки рекурсивных запросов сервером имён.

Z Зарезервировано для использования в будущем. Должно иметь значение 0 во всех запросах и откликах.

RCODE Код отклика - 4-битовое поле, являющееся частью ответа. Интерпретация значений показана ниже.

- 0 нет ошибок;
- 1 ошибка в формате - сервер имён не способен интерпретировать запрос;
- 2 отказ сервера - сервер имён не способен выполнить запрос в результате внутренних проблем;
- 3 ошибка в имени - имеет значение только для откликов от полномочного сервера имён; этот код означает, что представленного в запросе доменного имени не существует;
- 4 не реализовано - сервер имён не поддерживает данный тип запросов;
- 5 отказ - сервер имён отказался от выполнения заданной операции по соображениям политики; например, сервер может не пожелать предоставлять информацию для конкретного запрашивающего или не желает выполнять определённую операцию (скажем, перенос зоны) для конкретных данных;
- 6-15 резерв для использования в будущем.

QDCOUNT 16-битовое целое число без знака, задающее количество элементов в разделе ответов.

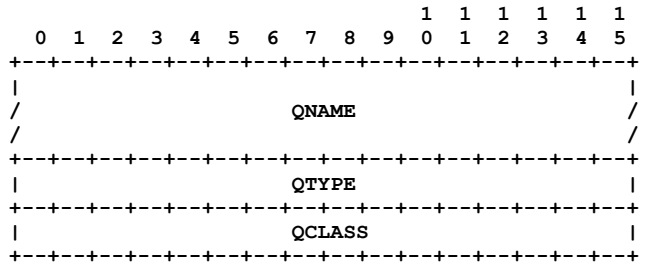
ANCOUNT 16-битовое целое число без знака, задающее количество записей о ресурсах в разделе ответов.

NSCOUNT 16-битовое целое число без знака, задающее количество записей сервера имён о ресурсах в разделе полномочных записей.

ARCOUNT 16-битовое целое число без знака, задающее количество записей о ресурсах в дополнительном разделе.

4.1.2. Формат вопросительного раздела

Вопросительный раздел служит для передачи «вопроса» в большинстве запросов (т. е., параметров, определяющих, что нужно узнать). Раздел включает QDCOUNT (обычно 1) элементов, каждый из которых имеет показанный на рисунке формат.



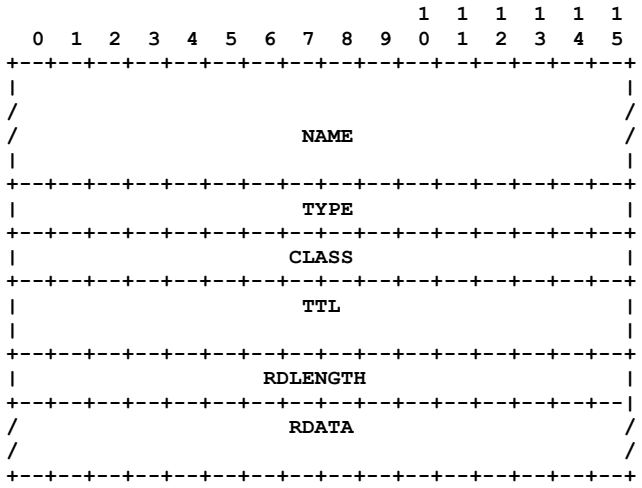
QNAME Доменное имя в форме последовательности меток, каждая из которых включает октет размера и указанное этим октетом число символов. Доменное имя завершается меткой корня, имеющей нулевой размер. Отметим, что это поле может содержать нечетное число октетов, поскольку заполнения в нем не используется.

QTYPE Двухоктетный код, задающий тип запроса. Это поле может включать любые корректные для поля TYPE коды вместе с некоторыми более общими кодами, которые могут соответствовать нескольким типам RR.

QCLASS Двухоктетный код, задающий класс запроса. Например, QCLASS = IN для Internet.

4.1.3. Формат записи о ресурсе

Разделы ответа, полномочий и дополнительный имеют одинаковый формат с переменным числом записей о ресурсах, где количество записей задаётся специальным полем в заголовке. Каждая запись о ресурсе имеет формат, показанный на рисунке.



NAME Доменное имя, к которому относится запись.

TYPE Два октета, содержащие один из кодов типа RR. Это поле определяет трактовку данных, содержащихся в поле RDATA.

CLASS Два октета, задающие класс данных в поле RDATA.

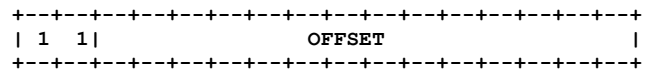
TTL 32-битовое целое число без знака[1], задающее временной интервал (в секундах), в течение которого запись может кэшироваться до ее отбрасывания. Нулевое значение этого поля говорит о том, что RR может использоваться только для текущей транзакции и эту запись не следует кэшировать.

RDLENGTH 16-битовое целое число без знака, задающее размер поля RDATA в октетах.

RDATA Строка октетов переменного размера, описывающая ресурс. Формат данных меняется в зависимости от типа и класса записи о ресурсе. Например, если TYPE = A и CLASS = IN, поле RDATA представляет собой 4-октетный адрес IP.

4.1.4. Сжатие сообщений

Для снижения размера сообщений в DNS используется схема компрессии, устраняющая повторы доменного имени в сообщении. В этой схеме имя домена целиком или набор меток в конце доменного имени заменяются указателем на первое вхождение этого имени.



Указатель представляет собой двухоктетную последовательность, показанную на рисунке.

Первые два бита содержат значения 1. Это позволяет отличить указатель от метки, поскольку поля меток начинаются с двух нулевых битов, поскольку размер метки ограничен 63 октетами (комбинации 10 и 01 зарезервированы для использования в будущем). Поле OFFSET задаёт смещение от начала сообщения (т. е., от первого октета поля ID в заголовке). Нулевому смещению соответствует первый октет поля ID и т. д..

Схема компрессии позволяет представлять доменное имя в сообщении любым из трех способов:

- последовательность меток, завершающаяся нулевым октетом;
- указатель;
- последовательность меток, завершающаяся указателем.

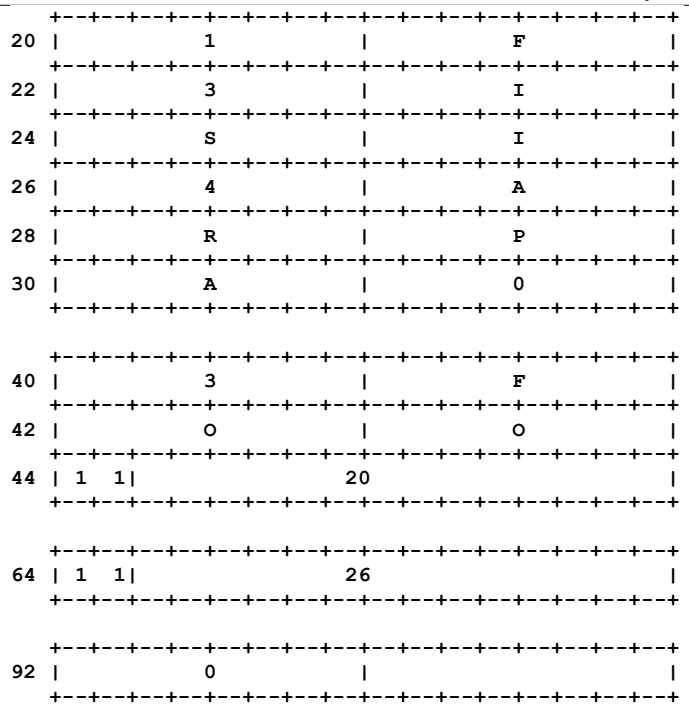
Указатели можно использовать только для тех вхождений доменных имён, где формат не зависит от класса. Если это условие не выполняется, серверу имён и распознавателю потребуется знать форматы всех обслуживаемых RR. В настоящее время таких случаев не наблюдается, но они могут возникать для будущих форматов RDATA.

Если доменное имя содержится в части сообщения, учитываемой полем размера (например, RDATA в записи RR) и используется компрессия, при расчёте размера следует использовать размер сжатого представления имени, а не его исходную длину.

Программы могут отказаться от использования указателей в генерируемых сообщениях, но это будет снижать «ёмкость» дейтаграмм и может приводить к отсечке содержимого. Однако все программы должны понимать входящие сообщения, содержащие указатели.

Например, дейтаграмма может потребоваться для доменных имён F.ISI.ARPA, FOO.F.ISI.ARPA, ARPA и корня. Без учёта остальных полей сообщения эти доменные имена можно представить, как показано на рисунке.

[1] В параграфе 3.2.1 ошибочно дано определение поля TTL, как целого числа со знаком (см. стр. 6). *Прим. перев.*



Доменное имя F.ISI.ARPA показано со смещением 20. Имя FOO.F.ISI.ARPA показано со смещением 40 и использует указатель на определённое ранее имя F.ISI.ARPA, объединённый с меткой для FOO. Имя ARPA определено со смещением 64 и использует указатель на компоненту ARPA имени F.ISI.ARPA (смещение 20); отметим, что этот указатель задаёт смещение именно метки ARPA, а не значение 20, по которому начинается полное имя. Имя корневого домена определено одним октетом (0) со смещением 92 (имя корневого домена не имеет метки).

4.2. Транспорт

DNS предполагает, что сообщения будут передаваться в форме дейтаграмм или в байтовом потоке через виртуальный канал. Хотя виртуальные каналы могут применяться для любых операций DNS, для запросов более предпочтительно использование дейтаграмм, поскольку в этом случае снижается объем служебной информации и повышается производительность. Операции переноса зон должны использовать виртуальные устройства, поскольку для таких операций требуется надёжная доставка.

В сети Internet доступ к серверам имён поддерживается по протоколу TCP [RFC-793] через порт 53 (десятичный), а также с помощью дейтаграмм UDP [RFC-768] через порт с тем же номером.

4.2.1. Использование UDP

Сообщения, передаваемые по протоколу UDP, используют на сервере порт с десятичным номером 53.

Размер сообщений, передаваемых по протоколу UDP, ограничен 512 байтами (без учёта заголовков IP и UDP). Более длинные сообщения укорачиваются с установкой флага TC в заголовке.

Протокол UDP не подходит для переноса зон, но его использование рекомендуется для стандартных запросов в Internet. Переданные по протоколу UDP сообщения могут теряться, поэтому требуется механизм повтора передачи. Порядок передачи запросов и откликов может изменяться в сети или при обработке запроса на сервере имён, поэтому распознаватели имён должны работать независимо от порядка доставки пакетов.

Оптимальная стратегия повтора передачи по протоколу UDP может меняться в зависимости от производительности Internet и потребностей клиента, но рекомендуется следовать приведённым ниже рекомендациям:

- клиенту следует попытаться воспользоваться другими серверами и другими адресами сервера прежде, чем повторять запрос по тому же адресу;
- по возможности интервал повтора следует выбирать на основе предшествующей статистики; слишком агрессивная политика повтора может замедлить отклики для всех клиентов сервера; в зависимости от способа соединения клиента с предполагаемым сервером следует устанавливать минимальный интервал повтора 2 — 5 сек.

Дополнительные рекомендации по выбору политики повтора приведены ниже в описании распознавателей имён.

4.2.2. Использование TCP

Сообщения, передаваемые по протоколу TCP, используют на сервере порт с десятичным номером 53. Сообщение имеет двухбайтовый префикс размера, в котором учитывается и размер этого поля. Это поле размера обеспечивает возможность обработки на низком уровне для сборки полного сообщения до начала его разбора.

Рекомендуется следовать приведённым ниже правилам управления соединениями:

- серверу не следует блокировать других операций во время ожидания данных TCP;
- серверу следует поддерживать множественные соединения;
- серверу следует предполагать, что каждый клиент будет инициировать завершение соединения и задерживать завершение соединения со своей стороны, пока все остающиеся запросы клиента не будут завершены;

- если серверу нужно закрыть бездействующее соединение в целях экономии ресурсов, ему следует дождаться момента, когда время бездействия соединения превысит примерно две минуты; в частности, серверу следует разрешать последовательности запросов SOA и AXFR (с которых начинаются операции обновления) в одном соединении; если сервер совсем не способен ответить на запрос, он может использовать односторонний разрыв или сброс соединения вместо аккуратного завершения.

5. Первичные файлы

Первичные файлы являются текстовыми и содержат записи RR в виде текста. Поскольку содержимое зоны может быть выражено в форме списка RR, первичные файлы используются в основном для определения зон, хотя их можно применять и для списков содержимого кэша. По этой причине в данном разделе обсуждается формат RR в первичном файле, а также специально рассматриваются случаи использования первичных файлов для определения зон.

5.1. Формат

Первичные файлы представляют собой последовательность записей. Записи представляют собой в основном полную строку, хотя могут использоваться скобки для создания многострочных записей, а в тексте могут содержаться последовательности CRLF[1]. Все комбинации символов пробела и табуляции служат разделителями между отдельными элементами записей. Любая строка первичного файла может включать в конце комментарий. Началом комментария служит точка с запятой (;).

Определены следующие типы записей:

```
<blank>[<comment>]
$ORIGIN <domain-name> [<comment>]
$INCLUDE <file-name> [<domain-name>] [<comment>]
<domain-name><rr> [<comment>]
<blank><rr> [<comment>]
```

Пустые строки (с комментариями или без таковых) могут включаться в любом месте файла.

Определены две управляющих записи: $ORIGIN и $INCLUDE. Вслед за $ORIGIN указывается доменное имя и эта запись служит в качестве индикатора завершения использования предыдущей точки отсчета (origin) для относительных имён и начала отсчёта таких имён от указанного в записи доменного имени. Запись $INCLUDE служит для включения указанного в ней файла в текущий файл и может опционально задавать доменное имя, которое служит точкой отсчёта для относительных доменных имён во включённом файле. Запись $INCLUDE может также включать некое дополнительное содержимое. Отметим, что запись $INCLUDE никогда не меняет точки отсчета для родительского файла независимо от изменения таковой для включаемого файла.

Две последних формы служат для представления RR. Если запись для RR начинается с пустого пространства (blank), предполагается, что эта запись RR принадлежит указанному последним владельцу. Если RR начинается с <domain-name>, имя предыдущего владельца «сбрасывается».

Элемент <rr> может иметь одну из приведенных ниже форм:

```
[<TTL>] [<class>] <type> <RDATA>
[<class>] [<TTL>] <type> <RDATA>
```

Записи RR начинаются с необязательных полей TTL и класса, за которыми следуют поля типа и RDATA (в соответствии с типом и классом). Поля класса и типа используют стандартную мнемонику, поле TTL содержит десятичное целое число. Опущенные значения класса и TTL предполагаются совпадающими с последними явно заданными значениями этих полей. Поскольку мнемоника для типов и классов независима, разбор строки будет однозначным. Отметим, что этот порядок отличается от порядка, использованного в примерах, и порядка в реальных RR - он упрощает разбор и использование принятых по умолчанию значения).

Строки <domain-name> составляют значительную часть первичного файла. Метки в доменных именах представляются символьными строками, разделёнными точками. Соглашения по квотированию позволяют использовать в доменных именах произвольные символы. Доменное имя, заканчивающееся точкой, называется абсолютным - это полное имя. Доменные имена без точки в конце называют относительными; полное доменное имя в этом случае образуется путём добавления строки, заданной полем $ORIGIN, $INCLUDE или иным аргументом программы загрузки первичного файла. При отсутствии точки отсчёта относительные доменные имена приводят к возникновению ошибки.

<character-string> выражается в форме непрерывной последовательности символов без внутренних пробелов или в форме строки, заключённой в кавычки ("). Между символами кавычек могут включаться любые символы, за исключением символа кавычек. При необходимости включения кавычек перед символом кавычки используется знак \ (обратная дробная черта).

Поскольку первичные файлы являются текстовыми, требуется несколько вариантов специального кодирования, обеспечивающих возможность загрузки любых данных. В частности:

@ символ @ в отдельной строке обозначает текущее значение точки отсчёта

\X где X может быть любым символом, за исключением цифр (0-9), используется для квотирования символа, имеющего специальное значение. Например, «\.» может использоваться для включения точки в метку.

\DDD (где каждый символ D представляет собой цифру) представляет собой октет, соответствующий десятичному числу, описываемому DDD. Получаемое в результате значение считается текстом и для него не применяется специальных трактовок.

( ) скобки используются для группировки данных, занимающих более одной строки. Символы перевода строки и возврата каретки внутри скобок игнорируются.

; точка с запятой указывает начало комментария - расположенная справа от неё часть строки игнорируется.

[1]Перевод строки, возврат каретки. *Прим. перев.*

5.2. Использование первичных файлов для определения зон

При использовании первичного файла для загрузки зоны операцию следует прерывать в случае обнаружения любой ошибки в файле. Причина такого поведения обусловлена серьезностью последствий, которые может вызывать единственная ошибка. Например, при наличии синтаксической ошибки в RR, определяющих передачу полномочий, сервер будет возвращать ошибки полномочного имени для всех имён в подзоне (за исключением случая, когда субзона также присутствует на сервере).

Ниже перечислены некоторые проверки, которые следует выполнять для первичного файла в дополнение к проверке синтаксиса.

1. Все RR в одном файле должны относиться к одному классу.
2. На вершине зоны должна присутствовать единственная запись SOA RR.
3. Если присутствует делегирование и нужна склеивающая запись, эта запись должна присутствовать.
4. Информация, представленная за пределами полномочных узлов зоны, должна быть склеивающей информацией, а не результатом ошибки в точке отсчёта или аналогичной ошибки.

5.3. Пример первичного файла

Ниже приведён пример первичного файла, который может определять зону ISI.EDU и загружается с точкой отсчёта ISI.EDU.

```
@   IN  SOA     VENERA      Action\.domains (
                                20     ; SERIAL - порядковый номер
                                7200   ; REFRESH - обновление
                                600    ; RETRY - период повтора
                                3600000; EXPIRE - срок жизни
                                60)    ; MINIMUM - минимальное время жизни

        NS      A.ISI.EDU.
        NS      VENERA
        NS      VAXA
        MX      10      VENERA
        MX      20      VAXA

A       A       26.3.0.103

VENERA  A       10.1.0.52
        A       128.9.0.32

VAXA    A       10.2.0.27
        A       128.9.0.33

$INCLUDE <SUBSYS>ISI-MAILBOXES.TXT
```

Файл <SUBSYS>ISI-MAILBOXES.TXT содержит строки:

```
    MOE     MB      A.ISI.EDU.
    LARRY   MB      A.ISI.EDU.
    CURLEY  MB      A.ISI.EDU.
    STOOGES MG      MOE
            MG      LARRY
            MG      CURLEY
```

Отметим, что использование символа \ в записи SOA RR обусловлено наличием точки в почтовом адресе ответственного за зону лица Action.domains@E.ISI.EDU[1].

6. Реализация сервера имён

6.1. Архитектура

Реальная структура сервера имён будет зависеть от операционной системы хоста, интеграции функций с распознавателем имён, поддержки рекурсии и использования вместе с распознавателем общей базы данных. В этом разделе рассмотрены вопросы реализации сервера имён, разделяющего базу данных с распознавателем имён, но большая часть рассмотрения применима ко всем реализациям серверов имён.

6.1.1. Управление

Сервер имён должен обеспечивать возможность одновременного выполнения множества операций, независимо от того, реализуется такая обработка в виде загрузки разных задач в ОС хоста или в форме мультиплексирования в рамках одной программы сервера имён. Для сервера имён недопустимо блокировать запросы UDP по время ожидания данных TCP для обновления или переноса зон. Аналогично, серверу имён не следует пытаться использовать рекурсию без параллельной обработки запроса, хотя сервер может создание очереди для запросов одного клиента или рассматривать идентичные запросы от одного клиента, как дубликаты. Серверу имён не следует задерживать обработку запросов в процессе перезагрузки зоны из первичного файла или встраивания обновлённой зоны в свою базу данных.

6.1.2. База данных

Хотя реализации серверов имён могут использовать любые внутренние структуры данных, предлагаемая здесь структура состоит из трех частей:

[1]В исходном документе ошибочно указано «Action.domains@E.ISI.EDU» (см. RFC Errata). *Прим. перев.*

- «каталог» данных, в котором перечислены зоны, поддерживаемые этим сервером и приведены «указатели» на структуры данных зон; основной целью этой структуры является нахождение ближайшей родительской зоны (если таковая имеется) для поступающих стандартных запросов;
- раздельные структуры данных для каждой из поддерживаемых сервером зон;
- структура для кэшированных данных (возможно с раздельными кэшами для каждого класса).

Все эти структуры данных могут быть реализованы в идентичных форматах с древовидной структурой с различными данными, «прицепленными» к узлам на разных путях - в каталоге данные указывают на зоны, а в зонах и записях кэша в качестве данных будут служить RR. При разработке структуры дерева следует принимать во внимание то, что при обработке запроса будет осуществляться перемещение по дереву с использованием чувствительного к регистру сравнения меток, а также то, что некоторые узлы будут иметь очень высокий коэффициент ветвления (100 - 1000 или более), но основная часть узлов будет иметь очень низкий коэффициент ветвления (0 или 1).

Одним из способов решения проблем с регистром символов является сохранение меток для каждого узла в двух частях - одна часть будет содержать собой стандартизованное по регистру представление метки, где все символы ASCII будут иметь одинаковый регистр, а вторая часть будет представлять сбой битовую маску, обозначающие символы, которые заданы в другом регистре. Пока коэффициент ветвления не превышает некого порога, для обработки ветвления на узле может использоваться простой связный список, а после превышения заданного порога - хэш-структура. В любом случае хэш-структуры, используемые для хранения частей дерева, должны обеспечивать соответствие процедур и функций хэширования соглашениям DNS в части сохранения регистров.

Использование раздельных структур для разных частей базы данных обусловлено несколькими факторами, перечисленными ниже.

- Для каталога может использоваться почти статическая структура, которую требуется изменять лишь в тех случаях, когда администратор меняет поддерживаемые сервером зоны. Эта структура может использоваться также для хранения параметров управления процессами обновления.
- Отдельные структуры данных для зон позволяют заменять зону путём простого изменения указателя в каталоге. Операции обновления зон могут строить новые структуры и по завершении обновления просто менять указатель в базе данных. Это очень важное обстоятельство, поскольку в процессе обновления зоны для запросов не следует использовать одновременно старую и новую копию данных.
- При правильной организации поиска полномочные данные в зоне всегда будут «спрятаны», отдавая преимущество кэшированным данным.
- Ошибки в определениях зон, которые могут приводить к перекрытию зон и т. п., могут приводить к возврату некорректных откликов на запросы, но определение таких проблем достаточно просто и содержимое «плохой» зоны не может повреждать другие зоны.
- Поскольку кэш обновляется наиболее часто, он более уязвим при перезапуске системы. Кэш может также полностью состоять из устаревших данных RR. В любом случае кэш легко отбросить без повреждения данных зоны.

Основным аспектом устройства базы данных является выбор структуры, которая позволит серверу имён преодолевать аварийные ситуации на хосте, где работает сервер имён. Информация о состоянии, которую серверу имён следует сохранять при авариях на хосте, включает структуру каталога (с данными по статусу обновления для каждой зоны) и собственно данные зон.

6.1.3. Время

Как данные TTL для RR, так и данные о времени операций обновления зависят от 32-битовых таймерах для отсчёта секунд. Внутри базы данных таймеры обновления и значения TTL для кэшированных данных используют «обратный отсчёт», а для данных в зоне сохраняются постоянные значения TTL.

Рекомендуемая стратегия реализации включает два варианта хранения значений времени - относительное приращение и абсолютное значение. Одним из вариантов реализации является использование положительных 32-битовых целых чисел для одного типа и отрицательных чисел - для другого. Записи RR в зонах используют относительное время, а таймеры обновления и кэширования - абсолютное. Абсолютные значения отсчитываются от некого известного начального момента и преобразуются в относительные значения при включении в отклик на запрос. Когда абсолютное значение TTL становится отрицательным после преобразования в относительное, это говорит о том, что данные устарели и их следует игнорировать.

6.2. Обработка стандартных запросов

Основной алгоритм обработки стандартных запросов представлен в [RFC-1034].

При обработке запросов с QCLASS=* или иным значением QCLASS, которому соответствует множество классов, отклик не должен быть полномочным за исключением тех случаев, когда сервер может гарантировать, что отклик перекрывает все классы.

При создании отклика записи RR, которые будут включаться в дополнительный раздел, но являются дубликатами RR из раздела answer или authority, могут быть опущены в дополнительном разделе.

Если отклик слишком велик и требуется отсечка, начинать отсечку следует в конце отклика. Таким образом, при наличии каких-либо данных в разделе полномочий для раздела ответа гарантируется уникальность.

Значение MINIMUM в записи SOA следует использовать минимального значения TTL для распространяемых из зоны данных. Функцию установки значения времени жизни следует выполнять при копировании данных в отклик. Это позволит будущим динамическим протоколам обновления менять поле SOA MINIMUM без использования неоднозначной семантики.

6.3. Обновление и перезагрузка зоны

Несмотря на все усилия сервера, он может оказаться не способным загрузить данные зоны из первичного файла по причине синтаксических ошибок и т. п. или не сможет обновить зону в соответствии с заданными параметрами обновления. В таких случаях серверу следует отвечать на запросы, как будто он не владеет этой зоной.

Если ведущий сервер передаёт информацию зоны с использованием AXFR и в процессе передачи создаётся новая версия, серверу следует, по возможности, продолжать передачу старой версии. В любом случае серверу никогда не следует передавать часть зоны одной версии, а часть - другой. Если завершение передачи невозможно, ведущему серверу следует сбросить соединение, через которое осуществлялась передача зоны.

6.4. Инверсные запросы (опция)

Инверсные запросы являются необязательной частью DNS. От серверов имён не требуется поддержки той или иной формы инверсных запросов. Если сервер имён получает неподдерживаемый инверсный запрос, он возвращает сообщение об ошибке с установленным флагом Not Implemented (не реализовано) в заголовке. Хотя поддержка инверсных запросов не является обязательной, каждый сервер имён должен поддерживать, по крайней мере, возврат сообщений об ошибке.

6.4.1. Содержимое инверсных запросов и откликов

Инверсные запросы выполняют отображение, обратное тому, которое осуществляется при стандартных запросах - стандартный запрос служит для отображения доменного имени на ресурс, а инверсный отображает ресурс на доменное имя. Например, стандартный запрос может связать доменное имя с адресом хоста, а инверсных - адрес хоста с доменным именем.

Инверсные запросы включают одну запись RR в разделе ответов, а вопросительный раздел остаётся пустым. Имя владельца записи RR в запросе и значение TTL для неё значения не имеют. Отклик содержит в разделе question вопросы, которые идентифицируют все имена, владеющие указанной в запросе RR, **которые сервер может знать**. Поскольку ни один сервер имён не имеет информации обо всем пространстве имён, отклик никогда не считается полным. Таким образом, инверсные запросы полезны, прежде всего, для управления базами данных и отладки. Инверсные запросы **не** являются допустимым методом отображения адреса хоста на доменное имя, для этой цели используется специальный домен IN-ADDR.ARPA.

По возможности серверам имён следует обеспечивать независимое от регистра сравнение символов для инверсных запросов. Таким образом, инверсные запросы MX RR для доменных имён Venera.isi.edu и VENERA.ISI.EDU должны возвращать одинаковые результаты, равно, как инверсные запросы HINFO RR для имён IBM-PC UNIX и IBM-pc unix. Однако выполнение этого правила не гарантируется, поскольку сервер имён может владеть записями RR, содержащими строки символов, для которых сервер имён не знает, что эти данные являются символьными.

При обработке инверсного запроса сервер возвращает один из двух вариантов отклика:

1. 0, 1 или множество доменных имён для указанного ресурса в форме значений QNAME в разделе вопросов;
2. код ошибки, показывающий, что сервер имён не поддерживает обратное отображение для заданного типа ресурса.

Когда отклик на инверсный запрос содержит одно или несколько полей QNAME, имя владельца и значение TTL для записи RR в разделе ответов, который определяет инверсный запрос, меняется в точном соответствии с записью RR в первом поле QNAME.

Записи RR, возвращаемые в ответ на инверсные запросы, не могут кэшироваться с использованием того же механизма, который применяется для откликов на стандартные запросы. Одной из причин этого является то, что имя может иметь множество RR одного типа, а появляться будет только одна запись. Например, инверсный запрос для одного адреса многодомного хоста может создавать впечатление о существовании единственного адреса.

6.4.2. Пример инверсного запроса и отклика

Общая структура инверсного запроса для определения доменного имени, соответствующего адресу Internet, 10.1.0.52 показана на рисунке.

```
            +-----------------------------------------+
  Header    |          OPCODE=IQUERY, ID=997          |
            +-----------------------------------------+
  Question  |                 <пусто>                 |
            +-----------------------------------------+
  Answer    |        <anyname> A IN 10.1.0.52         |
            +-----------------------------------------+
  Authority |                 <пусто>                 |
            +-----------------------------------------+
  Additional|                 <пусто>                 |
            +-----------------------------------------+
```

В этом запросе задаётся вопрос, ответом на который является Internet-адрес 10.1.0.52. Поскольку имя владельца неизвестно, в качестве «заполнителя» может быть указано любое доменное имя (это значение игнорируется). С целью минимизации размера сообщения обычно используется один октет со значением 0, указывающий на корень. Величина TTL для RR не имеет значения. Отклик на этот запрос показан на рисунке.

Отметим, что значение QTYPE в отклике на инверсный запрос совпадает со значением поля TYPE в разделе ответов инверсного запроса. Отклики на инверсные запросы могут включать множество разделов Questions, поскольку обратное преобразование не обязано быть уникальным. Если вопросительный раздел в отклике не пуст, RR в разделе ответа изменяется в соответствии с точной копией RR в первом QNAME.

```
              +-----------------------------------------+
   Header     |      OPCODE=RESPONSE, ID=997, QR=1      |
              +-----------------------------------------+
   Question   |QTYPE=A, QCLASS=IN, QNAME=VENERA.ISI.EDU |
              +-----------------------------------------+
   Answer     |  VENERA.ISI.EDU  A IN 10.1.0.52         |
              +-----------------------------------------+
   Authority  |                  <пусто>                |
              +-----------------------------------------+
  Additional  |                  <пусто>                |
              +-----------------------------------------+
```

6.4.3. Обработка инверсных запросов

Серверы имён, поддерживающие инверсные запросы, могут обеспечивать выполнение таких операций путем полного просмотра своих баз данных, но это становится непрактичным по мере роста размера баз. Другим вариантом является инвертирование баз данных в соответствии с ключами поиска.

Для серверов имён, поддерживающих множество зон и большой объем данных, рекомендуется поддерживать инверсные данные раздельно для каждой зоны. При изменении отдельной зоны в процессе обновления потребуется вносить изменения только в одну инверсную зону.

Поддержка переноса инверсных зон может быть добавление в будущие версии DNS, а в данной версии спецификации отсутствует.

6.5. Завершение запросов и откликов

Опциональные службы завершения, описанные в RFC 882 и RFC 883, были упразднены. В будущем могут быть восстановлены переработанные варианты этих служб.

7. Реализация распознавателя имён

Верхние уровни рекомендуемого алгоритма распознавания имён описаны в [RFC-1034]. В этом разделе рассматриваются детали реализации в предположении, что структура базы данных соответствует предложениям раздела реализации сервера имён настоящего документа.

7.1. Распознавание пользовательских запросов в запросы DNS

На первом этапе распознаватель конвертирует запрос клиента, выраженный в принятом локальной ОС формате, в спецификацию поиска записей RR для заданного имени в соответствии со значениями QTYPE и QCLASS. По возможности, значения QTYPE и QCLASS следует задавать соответствующими одному типу и одному классу, поскольку это значительно упрощает использование кэшированных данных. Причина этого заключается в том, что присутствие данных одного типа не позволяет сделать выводов о наличии или отсутствии данных других типов, следовательно, единственным способом получения достоверной информации остаётся обращение к полномочному источнику. Если используется QCLASS=*, ответы полномочного источника перестают быть доступными.

Поскольку для эффективной работы распознавателя требуется мультиплексирование множества запросов, каждый незавершённый запрос обычно представляется неким блоком данных о его состоянии. Такой блок обычно включает:

- Временная метка, показывающая момент начала запроса. Эта метка служит для принятия вопроса об актуальности записей RR в базе данных. Для метки используется абсолютный формат представления времени, описанный выше при рассмотрении вопроса хранения RR в зонах и кэше. Отметим, что в случаях, когда RR TTL указывает относительное время, запись RR должна быть актуальной, поскольку она является частью зоны. Когда RR имеет абсолютное время, это говорит о том, что запись является частью кэша и значение TTL записи RR сравнивается с временной меткой начала запроса.

  Отметим, что использование временных меток обеспечивает преимущества по отношению к использованию текущего времени, поскольку в этом случае обеспечивается возможность обычного ввода в кэш записей RR с TTL=0 и продолжения их использования текущим запросом даже по истечении продолжительного интервала в результате значительной загрузки системы, повтора передачи запроса и т. п.

- Некоторый сорт параметров для ограничения объёма работы при выполнении запроса.

  Объем работы, выполняемой распознавателем имён в ответ на запрос клиента, должен быть ограничен для защиты от ошибок в базе данных типа циклических ссылок CNAME и эксплуатационных проблем типа «разделения», которые могут препятствовать требуемому доступу к серверам имён. Хотя локальные ограничения на число повторов распознавателем одного запроса к конкретному серверу имён играют достаточно важную роль, распознавателям имён следует поддерживать глобальный счётчик для каждого запроса, чтобы ограничить объем работы в рамках отдельного запроса. Для счётчика следует устанавливать некое начальное значение и уменьшать его при выполнении каждой операции (тайм-аут повтора, повтор передачи и т. п.). При достижении счётчиком нулевого значения запрос прерывается с возвратом сообщения о временной ошибке.

  Отметим, что если структура распознавателя имён позволяет начинать запрос во время обработки других запросов, когда необходимость доступа к серверу имён для одного запроса вызывает параллельное распознавание для адреса сервера имён, порождённый запрос следует начинать с уменьшенным значением счётчика. Это предотвращает от проблем, связанных с циклическими ссылками в базе данных, которые могут вести к росту объёма работы при распознавании имён.

- Структуру данных SLIST, описанную в [RFC-1034].

  Эта структура служит для отслеживания состояния запроса, для которого возникает необходимость ожидания ответов от внешних серверов имён.

7.2. Передача запросов

Как описано в [RFC-1034], основной задачей распознавателя имён является формулировка запроса, который будет давать ответ на запрос клиента, и передача этого запроса серверам имён, которые могут обеспечить информацию. Распознаватель обычно имеет лишь строгие рекомендации по выбору серверов для запроса информации в форме записей NS RR и может потребоваться пересмотр запроса с результате полученных значений CNAME или смены набора серверов имён, которые запрашивает распознаватель в ответ на отклики о передаче полномочий, указывающие распознавателю на серверы имён, более близкие к запрашиваемой информации. В дополнение к запрашиваемой клиентом информации распознавателю может потребоваться обращение к собственным функциям для определения сервера имён, с которым он желает контактировать.

В любом случае, используемая в этом документе модель предполагает, что распознаватель разделяет (мультиплексирует) внимание между множеством запросов, часть которых порождена клиентами, а остальные - самим распознавателем. Каждый запрос представляется некой информацией о состоянии и желаемое поведение заключается в том, что распознаватель передаёт запросы серверам имён таким способом, который обеспечивает максимальную вероятность получения ответа, минимизирует время, затрачиваемое на выполнение запроса, и предотвращает избыточный обмен информацией. Ключевой алгоритм использует данные о состоянии запросов для выбора следующего сервера имён с целью адресации запроса ему, а также рассчитывает значение тайм-аута, по истечении которого следует выполнить следующее действие, если отклик не будет получен. Следующим действием обычно является передача запроса другому серверу, но возможна также генерация для клиента сообщения о временной ошибке.

Распознаватель всегда начинает выполнение запроса со списка серверов имён (SLIST). Этот список содержит все записи NS RR, соответствующие ближайшей родительской зоне, о которых известно распознавателю. Во избежание проблем при старте распознавателю следует иметь набор используемых по умолчанию серверов, к которым ему следует обращаться при отсутствии подходящих записей NS RR. Распознаватель добавляет в список SLIST все известные ему адреса серверов имён и может запускать параллельные запросы для получения адресов серверов, известных распознавателю только по именам.

Для завершения инициализации списка SLIST распознаватель добавляет к нему всю информацию об истории взаимодействия для каждого из адресов в SLIST. Эта информация обычно включает средневзвешенное время отклика от соответствующего адреса и усреднённая «эффективность» для этого адреса (т. е., доля запросов, на которые были получены ответы). Отметим, что эту информацию следует хранить раздельно для каждого адреса, а не для каждого сервера имён, поскольку время отклика и средняя эффективность конкретного сервера может существенно меняться для разных адресов этого сервера. Отметим также, что эта информация обычно привязана к паре адресов распознавателя и сервера имён, поэтому распознавателям с множеством адресов следует раздельно сохранять историю для каждого из своих адресов. Для части адресов история может отсутствовать - в этом случае ожидаемое время кругового обхода следует принимать равным 5 - 10 сек. в худшем случае, уменьшая это значение для некоторых ЛВС и т. п. сетей.

Отметим, что при каждой передаче полномочий для зон алгоритм распознавателя заново инициализирует SLIST.

Эта информация обеспечивает некоторое ранжирование адресов доступных серверов имён. При каждом выборе адреса состояние для него следует менять для предотвращения выбора того же адреса при наличии других незанятых адресов. Тайм-аут для каждой передачи следует устанавливать на 50-100% больше среднего ожидаемого времни отклика с целью компенсации возможных вариаций при откликах.

Ниже рассмотрены некоторые тонкости.

- Распознаватель может столкнуться с ситуацией, когда недоступно ни одного адреса для серверов имён в списке SLIST, а включённые в этот список серверы в точности совпадают с теми, которые обычно будут использоваться для поиска их же адресов. Такие ситуации возникают обычно в тех случаях, когда склеивающая запись RR имеет меньшее значение TTL, чем в записи NS RR, указывающей передачу полномочий или когда распознаватель кэширует результат поиска NS. Распознавателю следует детектировать такие ситуации и повторять поиск в следующей родительской зоне или в корне.
- Если распознаватель получает от сервера имён информацию об ошибке или иной странный отклик, распознавателю следует удалить этот сервер из списка SLIST и можно также передавать следующие данные по адресу другого сервера-кандидата.

7.3. Обработка откликов

Первым этапом обработки поступившего отклика является его разбор. В процедуру разбора следует включать:

- Проверку обоснованности заголовка и отбрасывание дейтаграмм, содержащих запрос вместо ожидаемого отклика.
- Разбор разделов сообщения и проверку корректности форматирования всех записей RR.
- В качестве необязательного этапа — проверка значений TTL для прибывающих данных на предмет обнаружения RR с чересчур большими значениями TTL. Если RR имеет слишком большое значение TTL (скажем, более 1 недели) отбрасывается весь отклик целиком или для всех TTL в отклике устанавливается значение в 1 неделю.

Следующим шагом является проверка соответствия отклика текущему запросу распознавателя. Рекомендуется сначала проверить соответствие поля ID в заголовке домена, а потом убедиться в соответствии содержимого раздела вопросов желаемой информации. Это требует от алгоритма передачи выделения нескольких битов поля ID для сохранения того или иного идентификатора запроса. Этот этап имеет несколько тонкостей:

- Некоторые серверы имён передают свои отклики не с тех адресов, по которым они получают запросы. Т. е., распознаватель не может рассчитывать на получение ответа с того же адреса, по которому был направлен соответствующий запрос. Такая «ошибка» серверов имён обычно встречается в UNIX-системах.

- Если распознаватель повторно передаёт некий запрос серверу имён, он должен поддерживать возможность обработки отклика на любой из таких повторов. Однако при использовании отклика для определения времени кругового обхода при обращении к серверу имён распознаватель должен сопоставлять отклики с запросами (и сохранять время передачи для каждого исходящего сообщения) или рассчитывать время кругового обхода только на основе начальной передачи.

- Сервер имён в некоторых случаях может не иметь копии зоны, которая должна у него быть в соответствии с некоторыми записями NS RR. В таких случаях распознавателю следует просто удалять этот сервер из текущего списка SLIST и продолжать работу.

7.4. Использование кэша

В общем случае предполагается, что распознаватель кэширует все данные, которые он получает в откликах, поскольку эти данные могут быть полезны при обработке последующих клиентских запросов. Однако существуют несколько типов данных, которые не следует кэшировать:

- Когда для одного конкретного имени владельца доступны несколько однотипных RR, распознавателю следует кэшировать все такие записи или не кэшировать их совсем. При отсечке отклика, если распознаватель не знает, получил ли он полный набор записей, ему не следует кэшировать набор RR, который может быть неполон.

- Кэшированные данные никогда не следует предпочитать полномочным данным, поэтому кэширование, которое может приводить к возникновению такого предпочтения, не следует выполнять.

- Не следует кэшировать результаты инверсных запросов.

- Не следует кэшировать результаты стандартных запросов, где QNAME содержит метки *, если данные могут использоваться для создания шаблонов. Причина заключается в том, что в кэше не обязательно будут содержаться существующие записи RR или информация о границе зоны, которые потребуются для ограничения использования шаблонных RR.

- Надёжность данных RR в отклике вызывает сомнения. Когда распознаватель получает незапрошенные отклики или данные RR, которые отличаются от запрошенных, ему следует отбросить такие данные без их кэширования. Основная идея заключается в том, что для пакета дожны быть выполнены все проверки корректности прежде, чем данные из пакета будут кэшированы.

Аналогично в случае, когда распознаватель имеет в отклике множество RR для некого имени и хочет кэшировать записи RR, ему следует проверить наличие в своём кэше этих RR. В зависимости от обстоятельств выбираются данные из отклика или из кэша, но эти данные ни в коем случае не следует комбинировать. Если данные в отклике относятся к полномочным данным из раздела ответа, всегда следует отдавать предпочтение таким данным.

8. Поддержка электронной почты

DNS определяет стандарт для отображения почтовых ящиков на доменные имена и два метода использования информации о почтовом ящике для получения данных о маршрутизации электронной почты. Стандарт представления почтовых ящиков и привязка ящиков к узлам обмена электронной почтой являются частью официального протокола DNS и рекомендуются в качестве метода маршрутизации электронной почты в Internet. Привязка почтовых ящиков пока остаётся экспериментальной функцией, которая продолжает разрабатываться может быть изменена.

Стандарт представления почтовых ящиков предполагает, что имя почтового ящика имеет форму <локальная-часть>@<почтовый-домен>. Хотя разрешённой для каждой из частей синтаксис может сильно отличаться в разных почтовых системах, рекомендуется использовать синтаксис ARPA Internet, определённый в [RFC-822].

DNS представляет <local-part> в форме одной метки, а <mail-domain> - в форме доменного имени. Метка <local-part> служит префиксом для <mail-domain> и в результате формируется доменное имя, соответствующее почтовому ящику. Таким образом, почтовый ящик HOSTMASTER@SRI-NIC.ARPA отображается на доменное имя HOSTMASTER.SRI-NIC.ARPA. Если метка <local-part> содержит точки или другие специальные символы, для её представления в первичном файле требуется использовать символ обратной дробной черты (\), чтобы обеспечить корректную интерпретацию доменного имени. Например, почтовый ящик Action.domains@ISI.EDU будет представляться в форме Action\.domains.ISI.EDU.

8.1. Привязка почтового обмена

Для привязки почтового обмена используется компонента адреса <mail-domain>, позволяющая определить, куда следует отправлять почту. Компонента <local-part> в этом случае просто не рассматривается. В [RFC-974] приведена детальная спецификация этого метода и указанный документ следует внимательно прочесть прежде, чем реализовать поддержку почтового обмена.

Одним из преимуществ этого метода является независимость именования адресата от хостов, используемых для организации почтовой службы, за счёт другого уровня «косвенности» в функции поиска. Однако при добавлении уровня следует устранить усложнения, связанные с представлением символов «%», «!» и т. п. в <local-part>.

Суть этого метода заключается в том, что компонента <mail-domain> используется в качестве доменного имени для поиска записей MX RR, которые указывают хосты, готовые принимать почту для домена <mail-domain>, с уровнем предпочтения для каждого из таких хостов, что позволяет ранжировать их в соответствии с порядком, заданным администраторами для <mail-domain>.

В этом документе ISI.EDU используется в качестве примера значения <mail-domain>, а хосты VENERA.ISI.EDU и VAXA.ISI.EDU служат примерами узлов почтового обмена для домена ISI.EDU. Если почтовая программа имеет сообщение для адресата Mockapetris@ISI.EDU, она будет маршрутизировать это сообщение путем поиска записей MX RR для домена ISI.EDU. В число MX RR для ISI.EDU входят хосты с именами VENERA.ISI.EDU и VAXA.ISI.EDU, запросы типа A позволяют определить адреса этих хостов.

8.2. Привязка почтового ящика (эксперим.)

Для привязки почтового ящика почтовая программа использует полный адрес получателя при определении доменного имени. Найденное для почтового ящика доменное имя используется в качестве значения поля QNAME в запросе QTYPE=MAILB.

Для таких запросов возможно несколько вариантов исхода.

1. Запрос может возвратить сообщение об ошибке в имени, показывающее, что доменного имени для этого почтового ящика не существует.

   В долгосрочной перспективе такая ошибка будет говорить об отсутствии указанного почтового ящика. Однако, пока использование почтовой привязки не стало повсеместным, это сообщение об ошибке следует трактовать, как отсутствие поддержки привязки почтовых ящиков в организации, указанной глобальной[1] частью адреса. В таких случаях целесообразно просто вернуться к использованию привязки почтового обмена.

2. Запрос может возвратить запись MR[2] RR.

   Запись MR RR показывает новое имя почтового ящика в поле RDATA. Почтовой программе следует заменить старое имя ящика новым и повторить операцию.

3. Запрос может возвратить запись MB RR.

   Запись MB RR содержит доменное имя хоста в своём поле RDATA. Почтовой программе следует доставить сообщение этому хосту с использованием доступного протокола (например, SMTP).

4. Запрос может возвратить одну или множество записей MG[3] RR.

   Этот результат означает, что почтовый ящик на самом деле относится к списку рассылки или почтовой группе, а не отдельному адресату. Каждая запись MG RR имеет поле RDATA, идентифицирующее почтовый ящик, относящийся к группе. Почтовой программе следует доставить копию сообщения каждому члену группы.

5. Запрос может возвратить запись MB RR, а также одну или множество записей MG RR.

   Этот результат означает, что почтовый ящик на самом деле относится к списку рассылки. Почтовая программа может доставить сообщение хосту, указанному записью MB RR, который, в свою очередь, доставит почту членам списка, или использовать записи MG RR для определения всех участников списка.

В любом из этих случаев отклик может включать запись MINFO[4] RR, которая обычно ассоциируется с почтовой группой, но корректна и для MB. запись MINFO RR идентифицирует два почтовых ящика. Один из них относится к лицу, ответственному за почту для исходного почтового ящика. Этот адрес следует использовать для добавления в почтовые группы и т. п. Второе имя почтового ящика в MINFO RR идентифицирует адрес, по которому следует отправлять сообщения об ошибках при возникновении отказов. Это, в частности, подходит для списков рассылки, где ошибки, связанные с адресами членов списка, следует направлять ответственному за список, а не отправителям сообщений, адресованных в список рассылки.

В будущем для описанных здесь RR могут быть введены новые поля.

9. Литература

[Dyer 87] S. Dyer, F. Hsu, "Hesiod", Project Athena Technical Plan - Name Service, April 1987, version 1.9.

Описывает основы службы имён Hesiod.

[IEN-116] J. Postel, "Internet Name Server", IEN-116, USC/Information Sciences Institute, August 1979.

Служба имён, заменяемая DNS, но остающаяся в использовании.

[Quarterman 86] J. Quarterman, and J. Hoskins, "Notable Computer Networks", Communications of the ACM, October 1986, volume 29, number 10.

[RFC-742] K. Harrenstien, "NAME/FINGER", RFC 742[5], Network Information Center, SRI International, December 1977.

[RFC-768] J. Postel, "User Datagram Protocol", RFC 768, USC/Information Sciences Institute, August 1980.

[RFC-793] J. Postel, "Transmission Control Protocol", RFC 793, USC/Information Sciences Institute, September 1981.

[RFC-799] D. Mills, "Internet Name Domains", RFC 799, COMSAT, September 1981.

Вводит иерархическое пространство имён для Internet взамен плоского пространства.

[RFC-805] J. Postel, "Computer Mail Meeting Notes", RFC 805, USC/Information Sciences Institute, February 1982.

[RFC-810] E. Feinler, K. Harrenstien, Z. Su, and V. White, "DOD Internet Host Table Specification", RFC 810, Network Information Center, SRI International, March 1982.

Устарел. См. RFC 952.

[RFC-811] K. Harrenstien, V. White, and E. Feinler, "Hostnames Server", RFC 811, Network Information Center, SRI International, March 1982.

Устарел. См. RFC 953.

[1]Доменным именем. *Прим. перев.*
[2]Mail Rename - переименование почты.
[3]Mail Group - почтовая группа.
[4]Mail Information - почтовая информация.
[5]Этот документ признан устаревшим и заменен RFC 1194, RFC 1196 и RFC 1288. *Прим. перев.*

[RFC-812] K. Harrenstien, and V. White, "NICNAME/WHOIS", RFC 812[1], Network Information Center, SRI International, March 1982.

[RFC-819] Z. Su, and J. Postel, "The Domain Naming Convention for Internet User Applications", RFC 819, Network Information Center, SRI International, August 1982.

Начальные наработки по созданию системы доменных имён. Полностью отличаются от современной реализации.

[RFC-821] J. Postel, "Simple Mail Transfer Protocol", RFC 821[2], USC/Information Sciences Institute, August 1980.

[RFC-830] Z. Su, "A Distributed System for Internet Name Service", RFC 830, Network Information Center, SRI International, October 1982.

Начальные наработки по созданию системы доменных имён. Полностью отличаются от современной реализации.

[RFC-882] P. Mockapetris, "Domain names - Concepts and Facilities," RFC 882, USC/Information Sciences Institute, November 1983.

Заменен данным документом.

[RFC-883] P. Mockapetris, "Domain names - Implementation and Specification," RFC 883, USC/Information Sciences Institute, November 1983.

Заменен данным документом.

[RFC-920] J. Postel and J. Reynolds, "Domain Requirements", RFC 920, USC/Information Sciences Institute, October 1984.

Объясняет схему именования для доменов верхнего уровня.

[RFC-952] K. Harrenstien, M. Stahl, E. Feinler, "DoD Internet Host Table Specification", RFC 952, SRI, October 1985.

Задает формат файла HOSTS.TXT - таблицы адресов и имён, замененной DNS.

[RFC-953] K. Harrenstien, M. Stahl, E. Feinler, "HOSTNAME Server", RFC 953, SRI, October 1985.

В этом RFC содержится официальная спецификация серверного протокола hostname, которому на смену пришел DNS. Этот, основанный на TCP, протокол работает с информацией, хранящейся в формате RFC-952, и служит для получения копии таблицы хостов .

[RFC-973] P. Mockapetris, "Domain System Changes and Observations", RFC 973, USC/Information Sciences Institute, January 1986.

Описывает изменения документов RFC 882 и RFC 883, а также причины внесения этих изменений.

[RFC-974] C. Partridge, "Mail routing and the domain system", RFC 974[2], CSNET CIC BBN Labs, January 1986.

Описывает переход от адресации почты с использованием файлов HOSTS.TXT к более мощной системе на базе записей MX в DNS.

[RFC-1001] NetBIOS Working Group, "Protocol standard for a NetBIOS service on a TCP/UDP transport: Concepts and Methods", RFC 1001, March 1987.

Этот документ вместе с RFC 1002 описывает предварительную реализацию сервиса NETBIOS на основе стека протоколов TCP/IP с организацией службы имён NetBIOS на базе DNS.

[RFC-1002] NetBIOS Working Group, "Protocol standard for a NetBIOS service on a TCP/UDP transport: Detailed Specifications", RFC 1002, March 1987.

[RFC-1010] J. Reynolds, and J. Postel, "Assigned Numbers", RFC 1010[3], USC/Information Sciences Institute, May 1987.

Содержит список номеров сокетов и мнемонику для имён хостов, операционных систем и т. п.

[RFC-1031] W. Lazear, "MILNET Name Domain Transition", RFC 1031, November 1987.

Описывает план перехода сети MILNET на использование DNS.

[RFC-1032] M. Stahl, "Establishing a Domain - Guidelines for Administrators", RFC 1032, November 1987.

Описывает политику регистрации, используемую NIC для администрирования доменов верхнего уровня и делегирования субзон.

[RFC-1033] M. Lottor, "Domain Administrators Operations Guide", RFC 1033, November 1987.

«Поваренная книга» администратора домена.

[Solomon 82] M. Solomon, L. Landweber, and D. Neuhengen, "The CSNET Name Server", Computer Networks, vol 6, nr 3, July 1982.

Описывает службу имён сети CSNET, независимую от DNS, а также применение DNS в сети CSNET.

[1]Этот документ признан устаревшим и заменён RFC 954, который, в свою очередь заменён RFC 3912. *Прим. перев.*
[2]Этот документ признан устаревшим и заменён RFC 2821, который, в свою очередь заменён RFC 5321. *Прим. перев.*
[3]Этот документ неоднократно обновлялся, а в соответствии с RFC 3232 утратил силу совсем. База данных выделенных значений доступна сейчас на сайте www.iana.org. *Прим. перев.*

Предметный указатель

Перевод на русский язык

Николай Малых

nmalykh@protokols.ru