

# Безопасность DNS

Филипп Кулин



Saint  
**HighLoad++**



# Откиньтесь на спинку кресла

- Эта презентация сделана с помощью  $\text{\LaTeX}$
- Я расскажу страшную сказку
- Тема DNS очень специфична

Пока я тут болтаю, вы можете поставить вот такие вот программы

# DNS — всему голова

- Жизнь пользователей в сети
- Запросы к API, работа с CDN
- Облака, микросервисы, автообнаружение и конфигурация
- Невообразимое количество всего

# Тайная жизнь привычных программ

- SSHD определяет домен для подключившегося IP  
и этот факт является одним из источников седых волос у админов

# Тайная жизнь привычных программ

- SSHD определяет домен для подключившегося IP  
и этот факт является одним из источников седых волос у админов
- MySQL определяет домен для подключившегося IP

# Тайная жизнь привычных программ

- SSHD определяет домен для подключившегося IP  
и этот факт является одним из источников седых волос у админов
- MySQL определяет домен для подключившегося IP
- Apache определяет домен для подключившегося IP  
даже если `HostnameLookups Off`, но есть `Require`

# Тайная жизнь привычных программ

- SSHD определяет домен для подключившегося IP  
и этот факт является одним из источников седых волос у админов
- MySQL определяет домен для подключившегося IP
- Apache определяет домен для подключившегося IP  
даже если `HostnameLookups Off`, но есть `Require`
- Microsoft Windows постоянно шлет DNS Update в сеть

# Тайная жизнь привычных программ

- SSHD определяет домен для подключившегося IP  
и этот факт является одним из источников седых волос у админов
- MySQL определяет домен для подключившегося IP
- Apache определяет домен для подключившегося IP  
даже если `HostnameLookups Off`, но есть `Require`
- Microsoft Windows постоянно шлет DNS Update в сеть
- Docker, Kubernetes, etc



# Тайная жизнь привычных программ

- SSHD определяет домен для подключившегося IP  
и этот факт является одним из источников седых волос у админов
- MySQL определяет домен для подключившегося IP
- Apache определяет домен для подключившегося IP  
даже если `HostnameLookups Off`, но есть `Require`
- Microsoft Windows постоянно шлет DNS Update в сеть
- Docker, Kubernetes, etc
- **Запустите tcpdump/WireShark**

# DNS — это просто?

Три каверзных вопроса:

- Каков максимальный размер доменного имени?

# DNS — это просто?

Три каверзных вопроса:

- Каков максимальный размер доменного имени?
- Точку на конце надо ставить?

# DNS — это просто?

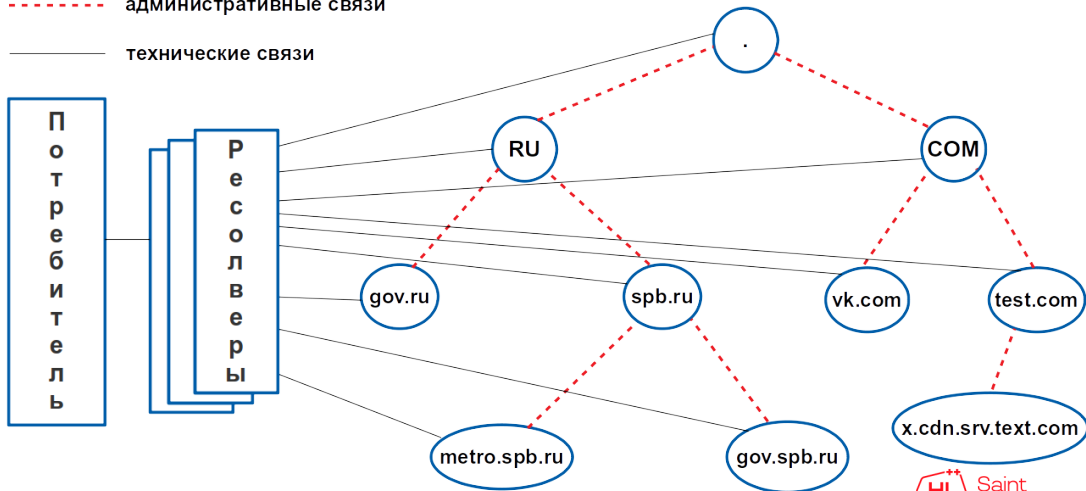
Три каверзных вопроса:

- Каков максимальный размер доменного имени?
- Точку на конце надо ставить?
- Что именно спрашивает ресолвер и что отвечают DNS-сервера при рекурсивном обходе?

# Как устроен DNS

----- административные связи

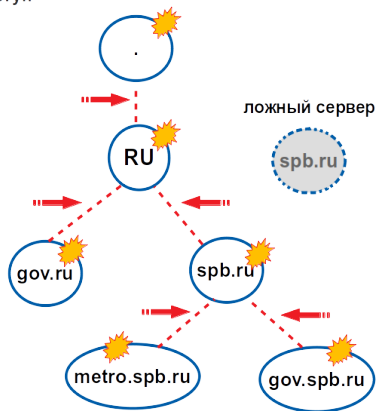
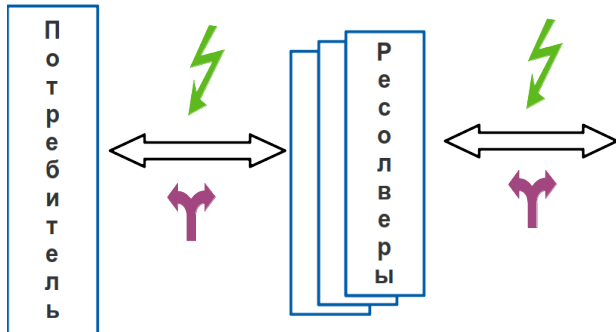
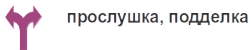
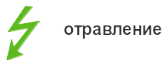
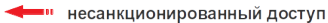
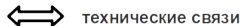
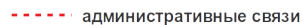
— технические связи



# Особенности классического DNS

- UDP транспорт. Нет соединения
- Нет идентификации серверов DNS
- Нет контроля данных
- Нет шифрования

# Угрозы в системе DNS



# Заложенная в DNS безопасность



# Заложенная в DNS безопасность

“... действия, которые с современной точки зрения могут показаться неправильными или ошибочными, часто оказывались естественным следствием господствовавшего в те времена понимания тех или иных вещей, а также ограниченности доступных ресурсов.”

# Заложенная в DNS безопасность

“... действия, которые с современной точки зрения могут показаться неправильными или ошибочными, часто оказывались естественным следствием господствовавшего в те времена понимания тех или иных вещей, а также ограниченности доступных ресурсов.”

— Брайан Керниган<sup>15</sup>

# Основные проблемы

- Подделка
  - Отравление
  - Взлом серверов и замена записей
  - Поддельные серверы, BGP-injection
  -

# Основные проблемы

- Подделка
  - Отравление
  - Взлом серверов и замена записей
  - Поддельные серверы, BGP-injection
  -
- Прослушка
  - Шпионаж и промышленный шпионаж
    - ... с использованием госрегулирования
  - Маркетинговые исследования
  - Система блокировок сайтов
  -

# А так ли страшен чёрт?

# А так ли страшен чёрт?

- DNS-уязвимости не самоцель, часто нужны условия

# А так ли страшен чёрт?

- DNS-уязвимости не самоцель, часто нужны условия
- Однако DNS никогда не в одиночестве

# А так ли страшен чёрт?

- DNS-уязвимости не самоцель, часто нужны условия
- Однако DNS никогда не в одиночестве
- Ваш сетевой периметр защищен? Точно?



# А так ли страшен чёрт?

- DNS-уязвимости не самоцель, часто нужны условия
- Однако DNS никогда не в одиночестве
- Ваш сетевой периметр защищен? Точно?
- Ваша сеть получает подписанные маршруты?

# А так ли страшен чёрт?

- DNS-уязвимости не самоцель, часто нужны условия
- Однако DNS никогда не в одиночестве
- Ваш сетевой периметр защищен? Точно?
- Ваша сеть получает подписанные маршруты?
  - Вы ведете журнал странных анонсов?
- Ваши сервисы проверяют сертификат соединения?

# А так ли страшен чёрт?

- DNS-уязвимости не самоцель, часто нужны условия
- Однако DNS никогда не в одиночестве
- Ваш сетевой периметр защищен? Точно?
- Ваша сеть получает подписанные маршруты?
  - Вы ведете журнал странных анонсов?
- Ваши сервисы проверяют сертификат соединения?
- **Однако, современные взломы чаще основаны на бардаке**

# Защита от подделки

- Не «взлетевший» DNSCurve
- Расширение DNSSEC

# DNSCurve

## Концепция

- Аутентификация авторитативного DNS-сервера
- Защита обмена между ресолвером и авторитативным сервером

## Принцип действия

- Публичный ключ DNS-сервера с магическим префиксом "uz5" в NS-записи домена:  
`uz5qry75vfy162c239jgx7v2knkwb01g3d04qd4379s6mtcx2f0828.dnscurve.io`
- Обмен с DNS-сервером шифруется

# DNSCurve. Особенности

- Не меняет саму спецификацию DNS
- Основан на вере в целостность системы
- Зависит от источника ответа
- Внедрение практически отсутствует
- Шифрование на основе ED25519

# DNSSEC

- Концепция
  - Источник записи не важен. Используя доверенный корневой ключ возможно проверить любую подписанную запись
- Принцип действия
  - Записи зоны подписаны ключом зоны
  - Подтверждения подписи выстраиваются в цепочку доверия

# DNSSEC. Принцип действия

## Подпись зоны

Key-signing key (KSK)

DNSKEY

Zone-signing key (ZSK)

DNSKEY

SOA

NS

AAAA





# DNSSEC. Принцип действия

## Подпись зоны

Key-signing key (KSK)

DNSKEY

Zone-signing key (ZSK)

DNSKEY

SOA

NS

AAAA



## Цепочка доверия

.tld

DNSKEY (KSK)

example DS

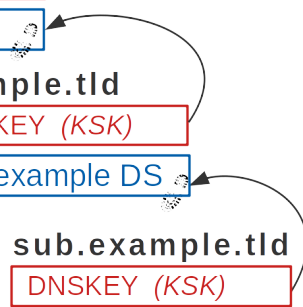
example.tld

DNSKEY (KSK)

sub.example DS

sub.example.tld

DNSKEY (KSK)



# DNSSEC. Особенности

- **Источник ответа не важен**
- Требуется аккуратности и непрерывного обслуживания даже в статическом состоянии
- Сложные реализации «отрицательного ответа»
- Большой размер ответа
- Возможность использования «устаревших» ответов
- Крайне слабая глубина внедрения

# DNSSEC. Варианты использования

- Прозрачная проверка

Потребитель получает фильтрованные ответы

- Явная проверка

Потребитель явно указывает ресолверу, что хочет получить проверенный результат. Проверяет флаги ответа

- Усиленная проверка

Потребитель проверяет подписи сам

# DNSSEC. Тренды

- Алгоритм ECDSA
  - скорость
  - небольшой размер ответов по сравнению с RSA
- Подпись «на лету»
  - использование «белой лжи»<sup>5</sup>
  - использование «чёрной лжи»<sup>6</sup>

# DNSSEC. Поддержка

- **Клиенты**

`dig/delv, drill, kdig`

- **Ресолверы**

`systemd-resolved, dnsmask, unbound, KNOT Resolver, CoreDNS, PowerDNS recursor, BIND`

- **Авторитативные сервера DNS**

`KNOT, CoreDNS, PowerDNS, NSD, YADIFA, BIND`

- **Сервера DNS с подписью «на лету»**

`KNOT, CoreDNS, PowerDNS (частично)`

# Защита от прослушки DNS

Шифрование канала

# Защита от прослушки DNS

Шифрование канала

- DNSCrypt

# Защита от прослушки DNS

Шифрование канала

- DNSCrypt
- DNS-over-HTTPS Google API



# Защита от прослушки DNS

Шифрование канала

- DNSCrypt
- DNS-over-HTTPS Google API
- DNS-over-TLS
- DNS-over-HTTP/2
- DNS-over-QUIC

# Защита от прослушки DNS

Шифрование канала

- DNSCrypt
- DNS-over-HTTPS Google API
- DNS-over-TLS
- DNS-over-HTTP/2
- DNS-over-QUIC

Алгоритмы и фильтры

# Защита от прослушки DNS

## Шифрование канала

- DNSCrypt
- DNS-over-HTTPS Google API
- DNS-over-TLS
- DNS-over-HTTP/2
- DNS-over-QUIC

## Алгоритмы и фильтры

- Минимизация QNAME при запросах

# Защита от прослушки DNS

## Шифрование канала

- DNSCrypt
- DNS-over-HTTPS Google API
- DNS-over-TLS
- DNS-over-HTTP/2
- DNS-over-QUIC

## Алгоритмы и фильтры

- Минимизация QNAME при запросах
- EDNS0 Client subnets

# Шифрование канала

Защита канала сводится к двум задачам

- Аутентификация ресолвера
- Защита обмена между потребителем ресолвером

# DNSEncrypt

## Принцип действия

- Настройка мастер-ключа и имени сервера
- Получение «короткого» ключа и сертификата
- Запросы к серверу, идентичные DNSCurve

# DNSCrypt. Особенности

- Не меняет спецификацию DNS
- Нет ни RFC, ни Draft. Только спецификация на сайте
- Имеет заметную программную поддержку
- Не предусмотрена замена мастер-ключа
- Не «взлетел»

# DNSCrypt. Поддержка

А надо?



# DNS-over-HTTPS (Google API)

Google предоставляет JSON-API к DNS

Страница с описанием:

<https://developers.google.com/speed/public-dns/docs/dns-over-https>

Массово используется для веб-приложений

# DNS-over-TLS (DoT)

- Устанавливается защищенное TLS-соединение (порт 853)
- Внутри соединения – стандартный DNS протокол
- Самая простая инсталяция – проксирование `nginx` через `ngx_stream_ssl_module` на обычный DNS

# DNS-over-TLS (DoT)

- Устанавливается защищенное TLS-соединение (порт 853)
- Внутри соединения – стандартный DNS протокол
- Самая простая инсталляция – проксирование `nginx` через `ngx_stream_ssl_module` на обычный DNS
- А есть ещё DNS-over-DTLS...

# DNS-over-TLS (DoT)

- Устанавливается защищенное TLS-соединение (порт 853)
- Внутри соединения – стандартный DNS протокол
- Самая простая инсталяция – проксирование `nginx` через `ngx_stream_ssl_module` на обычный DNS
- А есть ещё DNS-over-DTLS...
- ... и DNS-over-QUIC...

# DNS-over-TLS (DoT). Особенности

- Не меняет спецификацию DNS
- Требуется установка TLS-соединения (дорого)
- Требуется стартовых настроек клиента
  - Нет автоопределения
  - Требуется «бутстрапа» имени сервера
- Специальный 853 порт

# DNS-over-TLS (DoT). Поддержка

- **Клиенты**

`kdig, dig 9.17.7+`

- **Ресолверы** (могут принять)

`unbound, CoreDNS, dnsmdist, KNOT Resolver`

- **Ресолверы** (могут спросить)

`unbound, CoreDNS, KNOT Resolver,  
systemd.resolved, Android 9 Pie`

- **Сервисы**

`Google DNS, Cloudflare DNS, Quad9`

# DNS-over-HTTPS (DoH)

- Защищенным транспортом является обычный HTTP/2
- Запросы/ответы – стандартные DNS-пакеты
- Формируется специальный HTTP-запрос
  - GET – DNS-пакет кодируется в параметр
  - POST – DNS-пакет в `application/dns-message`

# DNS-over-HTTPS (DoH). Особенности

- Не меняет спецификацию DNS
- Требуется установки HTTP/2-соединения (дорого)
- Требуется стартовых настроек клиента
  - Нет автоопределения
  - Требуется «бутстрапа» имени сервера
- **Не сильно выделяется в HTTP-трафике**



# DNS-over-HTTPS (DoH). Поддержка

- **Клиенты**

`kdig 3.0+, dig 9.17.11+`

- **Ресолверы** (могут принять)

`unbound, CoreDNS, dnsmdist, KNOT Resolver`

- **Ресолверы** (могут спросить)

`unbound, CoreDNS, KNOT Resolver`

- **Сервисы**

`Google DNS, Cloudflare DNS, Quad9`

# Минимизация QNAME

# EDNS Client subnet

Это расширение DNS

- Добавляет в запрос подсеть сделавшего запрос
- На этом принципе у многих работает геобалансинг

Поддержка

- Google DNS принципиально да
- Cloudflare DNS принципиально нет

# Защита DNS и ваш сервер

- systemd-resolved
- unbound или knot-resolver

# Защита DNS и автоматизация

## SSH Fingerprint

- Запись SSHFP содержит хэш публичного ключа хоста
- На клиенте `/.ssh/config:VerifyHostKeyDNS yes`
- На сервере `ssh-keygen -R 'hostname'`
  - Не надо все алгоритмы, не тяните за собой легаси
- Работает только с DNSSEC
- [RFC 4255](#)<sup>16</sup>

# Защита DNS и docker

# Защита DNS и kubernetes

# Как проверить ресолвер



# Реакционизм. Подделка

Картинка

# Реакционизм. Подделка

- Не позволяет подставлять «свой» ответ

# Реакционизм. Подделка

- Не позволяет подставлять «свой» ответ
  - Противоречит копоративным политикам

# Реакционизм. Подделка

- Не позволяет подставлять «свой» ответ
  - Противоречит копоративным политикам
  - Мешает спецслужбам проводить спецоперации

# Реакционизм. Подделка

- Не позволяет подставлять «свой» ответ
  - Противоречит корпоративным политикам
  - Мешает спецслужбам проводить спецоперации
- Переусложненное обслуживание приводит к ошибкам

# Реакционизм. Прослушка



# Реакционизм. Прослушка

- Не позволяет анализировать DNS-запросы

# Реакционизм. Прослушка

- Не позволяет анализировать DNS-запросы
  - Нарушает корпоративные стандарты безопасности



# Реакционизм. Прослушка

- Не позволяет анализировать DNS-запросы
  - Нарушает корпоративные стандарты безопасности
  - Мешает приложениям защиты отслеживать действия браузера

# Реакционизм. Прослушка

- Не позволяет анализировать DNS-запросы
  - Нарушает корпоративные стандарты безопасности
  - Мешает приложениям защиты отслеживать действия браузера
  - Создаёт видимость безопасности

# Реакционизм. Прослушка

- Не позволяет анализировать DNS-запросы
  - Нарушает корпоративные стандарты безопасности
  - Мешает приложениям защиты отслеживать действия браузера
  - Создаёт видимость безопасности
- Дополнительная нагрузка

# Реакционизм. Прослушка

- Не позволяет анализировать DNS-запросы
  - Нарушает корпоративные стандарты безопасности
  - Мешает приложениям защиты отслеживать действия браузера
  - Создаёт видимость безопасности
- Дополнительная нагрузка
- Цикл получения ответа неприемлемо долгий

# Реакционизм. Госрегулирование

Картинка с самураем и флажками/нашивками  
РКН/FCC/etc

# Реакционизм. Госрегулирование

- Большинство «госблокировок» в мире основано на DNS

# Реакционизм. Госрегулирование

- Большинство «госблокировок» в мире основано на DNS
- НСДИ РФ не совместима с DNSSEC

# Реакционизм. Госрегулирование

- Большинство «госблокировок» в мире основано на DNS
- НСДИ РФ не совместима с DNSSEC
- НСДИ РФ не поддерживает защиту



# Реакционизм. Госрегулирование

- Давление UK ISPA
- Большинство «госблокировок» в мире основано на DNS
- НСДИ РФ не совместима с DNSSEC
- НСДИ РФ не поддерживает защиту

# Многое осталось за кадром

- EDNS(O) Padding, Cookies, etc
- Обслуживание и эксплуатация DNS, DNSSEC, DoT/DoH
- Применение DNSSEC: DANE, etc
- Обзор серверов, включая stub-решолверы
- Обзор клиентов и инструментов
- DNS Stamps (ссылки `sdna://`)
- `glibc` и `resolv.conf`
- ...

# Вопросы

Перед докладом я многое освежил в памяти, многое  
не вошло в доклад

В любом случае пишите мне

[schors@gmail.com](mailto:schors@gmail.com)

# Ссылки. DNSCurve

- [1] *DNSCurve.io - A Community for DNSCurve.* Основной сайт DNSCurve. <https://dnscurve.io/>.
- [2] *M. Dempsy. Link-Level Security for the Domain Name System.* 26 февр. 2010.  
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/draft-dempsy-dnscurve-01>.
- [3] *Dq is a package with DNS/DNSCurve related software.* <https://mojzis.com/software/dq/>.
- [4] *World's fastest-to-synchronize Secondary DNS service.* Единственный известный DNS-сервис с поддержкой DNSCurve. <https://www.buddyns.com/>.

# Ссылки. DNSSEC

- [5] RFC 7129. *Authenticated Denial of Existence in the DNS*. Определение белой лжи. Февр. 2014.  
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7129>.
- [6] Dani Grant (Cloudflare). *Economical With The Truth: Making DNSSEC Answers Cheap*. Определение черной лжи. 24 июня 2016. <https://blog.cloudflare.com/black-lies/>.
- [7] Визуализация DNSSEC. <http://dnsviz.net/>.
- [8] Филипп Кулин. *DNSSEC. Руководство регистратора доменов*. Дек. 2016.  
<https://www.slideshare.net/schors/dnssec-71055077>.
- [9] Филипп Кулин. *DNSSEC. Руководство оператора доменов*. Окт. 2017.  
<https://www.slideshare.net/schors/enog14-dnssec>.
- [10] RFC 4033. *Введение в DNSSEC*. Март 2005. <https://tools.ietf.org/html/rfc4033>.
- [11] RFC 4034. *Ресурсные записи для DNSSEC*. Март 2005. <https://tools.ietf.org/html/rfc4034>.
- [12] RFC 4035. *Модификации протокола DNS для DNSSEC*. Март 2005.  
<https://tools.ietf.org/html/rfc4035>.
- [13] RFC 6781. *Эксплуатация DNSSEC*. Дек. 2012. <https://tools.ietf.org/html/rfc6781>.
- [14] RFC 7583. *Соображения по ротации ключей DNSSEC*. Окт. 2015.  
<https://tools.ietf.org/html/rfc7583>.

# Ссылки. DNSCrypt

# Ссылки. DoH/Dot

# Ссылки. Разное

- [15] Brian Kernighan. *UNIX: A History and a Memoir*. 18 окт. 2019.
- [16] RFC 4255. *Using DNS to Securely Publish Secure Shell (SSH) Key Fingerprints*. Янв. 2006.  
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4255>.
- [17] RFC 7871. *EDNS(0) Client Subnet*. Май 2016. <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7871>.



# Ссылки. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

- [18] *Beamer - Overleaf, Online LaTeX Editor.* <https://www.overleaf.com/learn/latex/Beamer>.
- [19] *Uri Nativ. How to present code.* 2016. <https://www.slideshare.net/LookAtMySlides/codeware>.
- [20] *Филипп Кулин. Пишем презентации в LaTeX.* 14 окт. 2019. <https://habr.com/ru/post/471352/>.