Криптография

Лекция 12. Анонимные сети

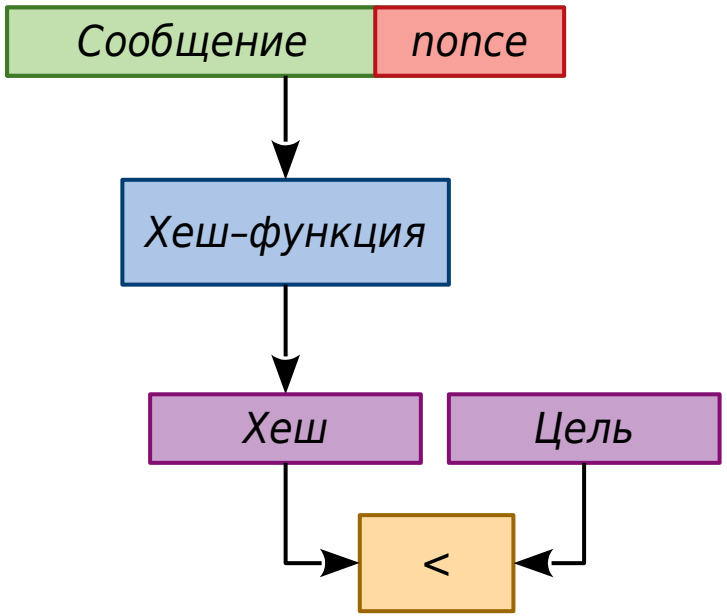
Дмитрий Яхонтов

“Кочерга”, 2018

Сеть обмена сообщениями Bitmessage

- Алиса шифрует сообщение с использованием открытого ключа Боба.
  - ECDH для создания общего секрета
  - SHA-512 для создания одноразовых ключей
  - AES-256-CBC для шифрования сообщения
  - HMAC-SHA-256 для контроля целостности
  - ECDSA для цифровой подписи
- Сообщение рассылается всем участникам сети без указания адресата.
- Только Боб, имея закрытый ключ, может расшифровать сообщение.
- Сообщение хранится в сети ограниченный срок, затем уничтожается.
- Для защиты от спама используется Proof–of–Work.

Доказательство выполнения работы
(Proof–of–Work)

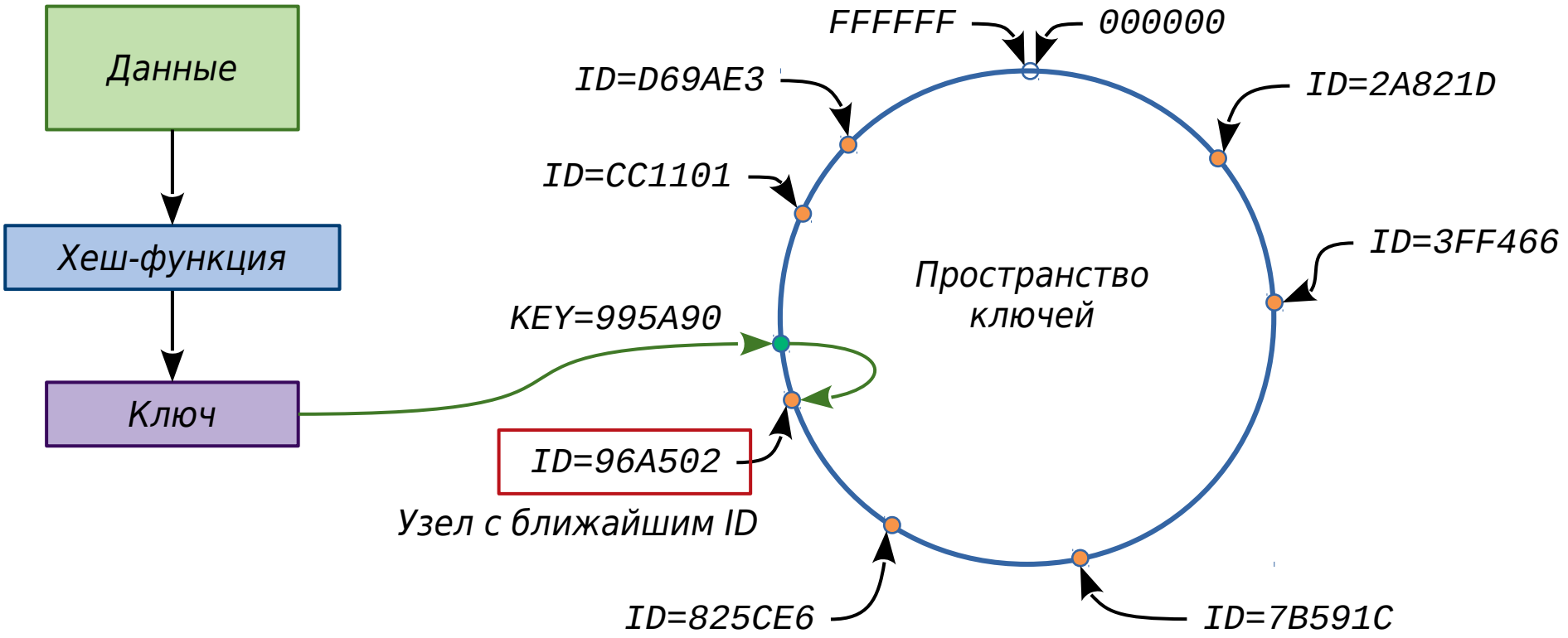


Вычислительная задача: подобрать ***nonce*** так, чтобы хеш ***H(сообщение + nonce)*** получился меньше целевого значения (медленно)

Проверка: однократное вычисление ***H(сообщение + nonce)*** и сравнение с целевым значением (быстро)

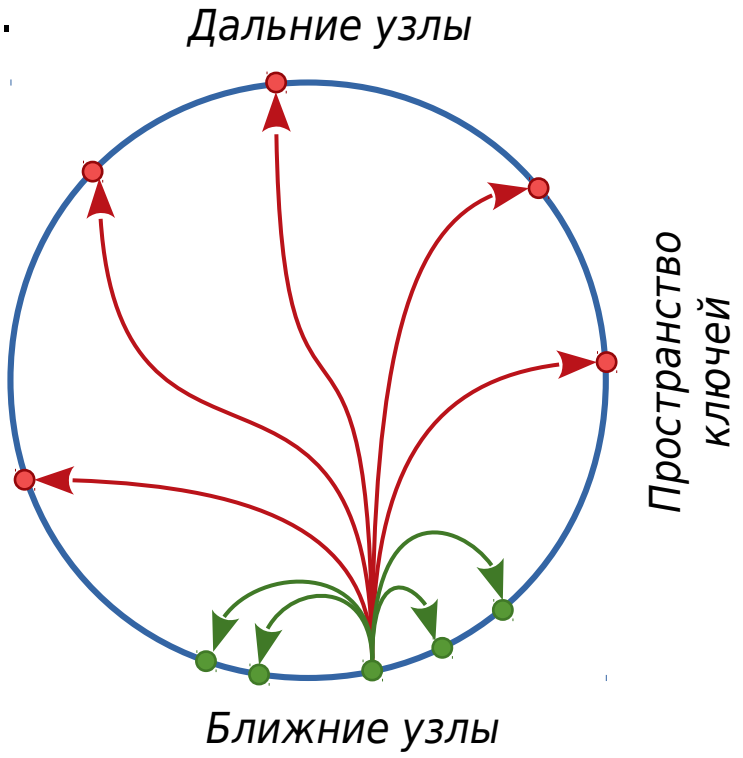
В Bitmessage для выполнения PoW требуется несколько минут процессорного времени (зависит от размера сообщения)

Распределённые хеш–таблицы
(DHT — Distributed Hash Table)



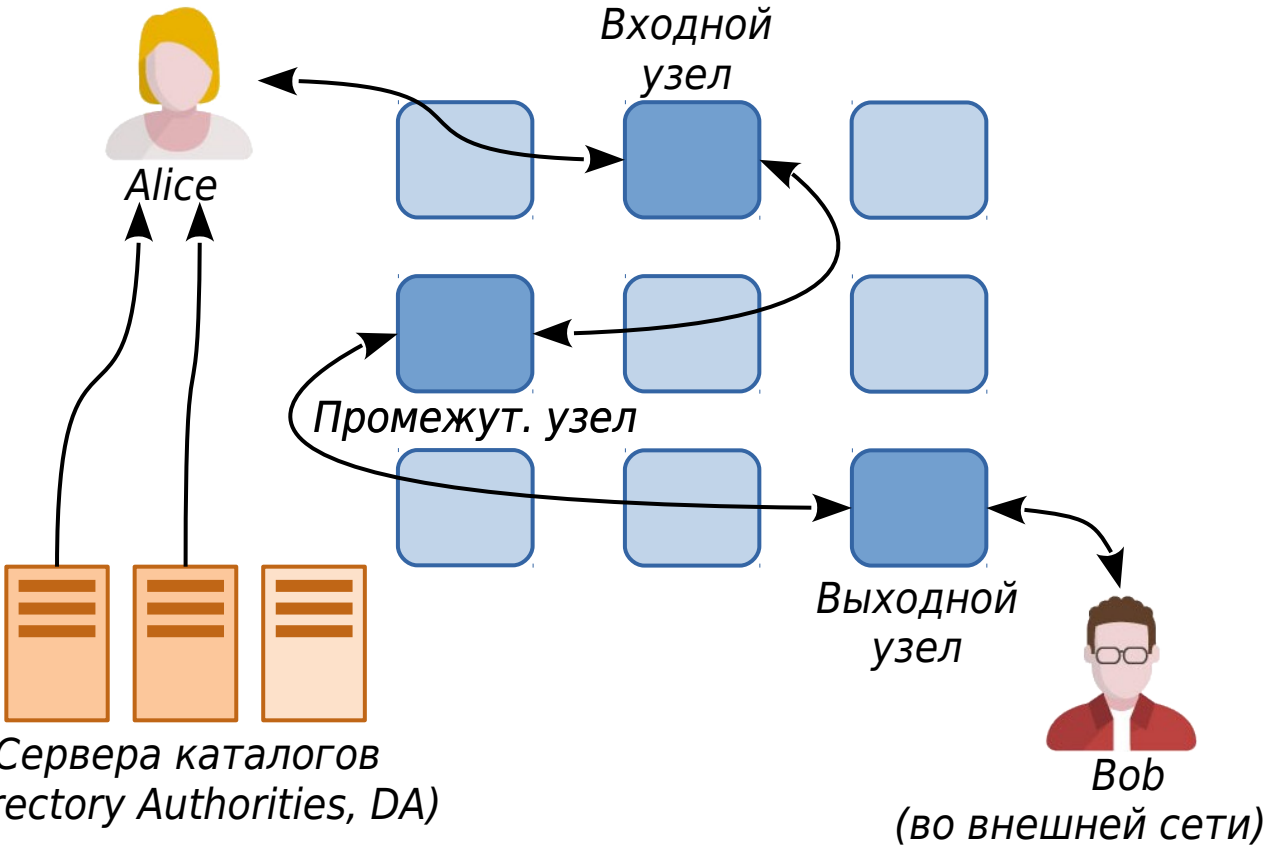
Поиск узлов в DHT

- Каждому узлу присваивается случайный ID.
- Узел хранит информацию о множестве ближайших (по ID) узлов, а также о нескольких дальних узлах.
- Для поиска узла по ID отправляем запрос тому узлу из известных, чей ID ближе всего к искомому. Он присылает информацию о своём соседе, чей ID ещё ближе.
- Для “холодного старта” используется небольшой список узлов, изначально заданных в коде программы.

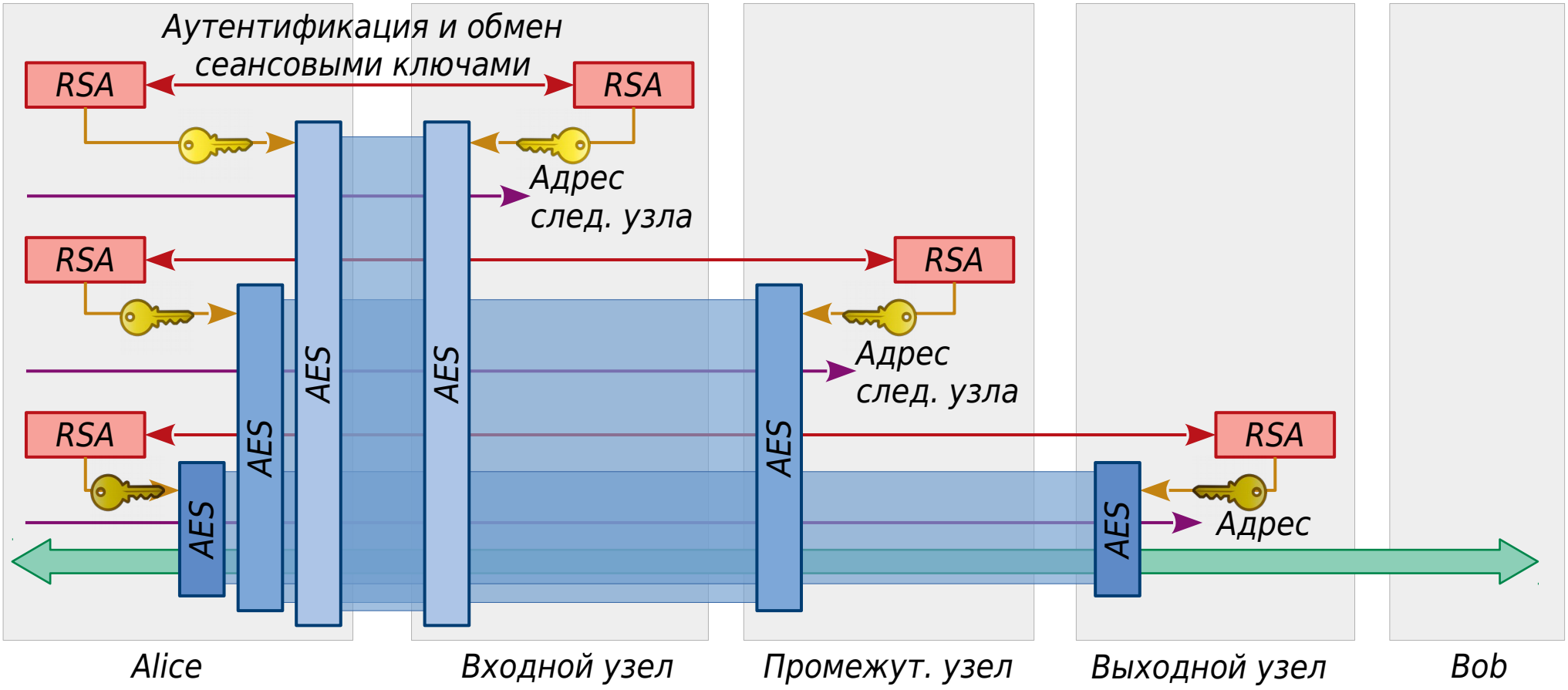


Луковая маршрутизация
(Tor — The Onion Routing)

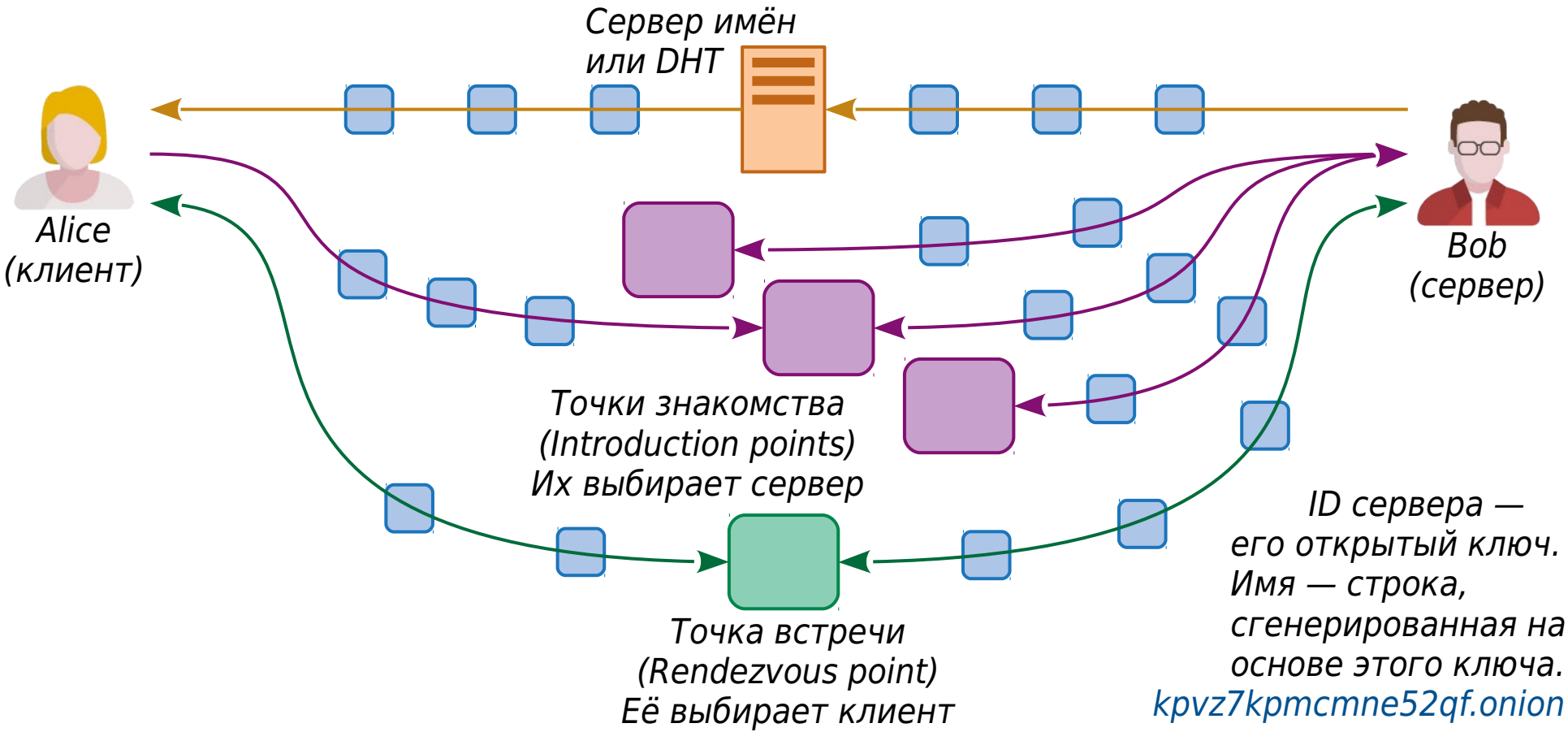
- Сообщение передаётся через цепочку узлов (по умолчанию три)
- Каждый узел знает только своих ближайших соседей
- Цепочки обновляются раз в 10 минут
- Сервера каталогов (DA) собирают статистику и публикуют список узлов



Многослойное (луковое) шифрование

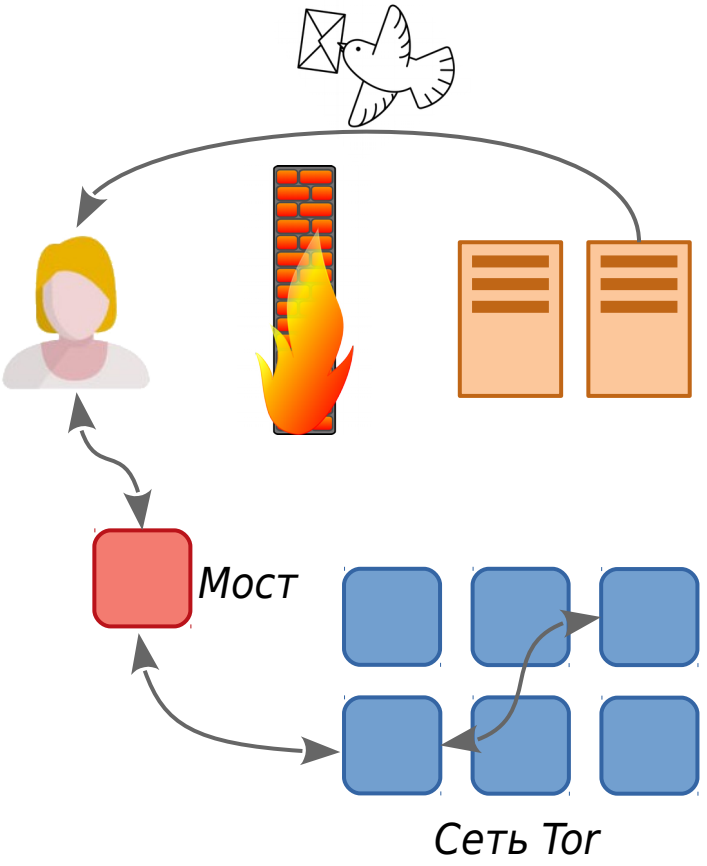


Скрытые сервисы
(Tor Hidden Services)



Мосты (Bidges)

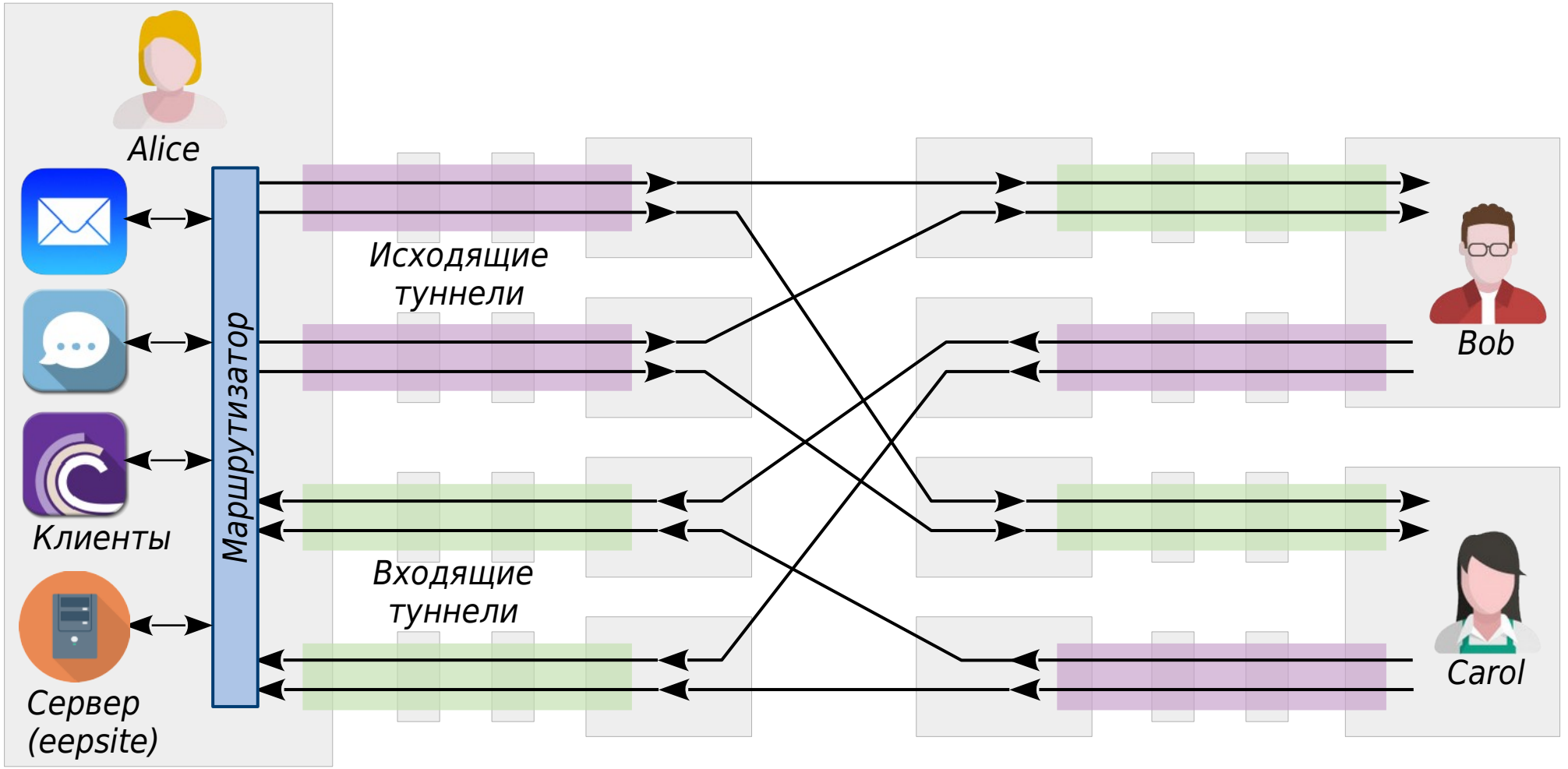
- Мост нужен для доступа к сети в случае отсутствия доступа к серверам каталогов.
- Мост используется как входной узел, а также для получения списка узлов.
- Список мостов секретный, они не публикуются на серверах каталогов.
- Специальный сервер хранит каталог мостов и выдаёт по нескольку штук за каждый запрос. Таким образом, собрать полный список мостов долго и трудно.
- Возможна раздача через web, e-mail, службы обмена сообщениями, голубиную почту и т.д.



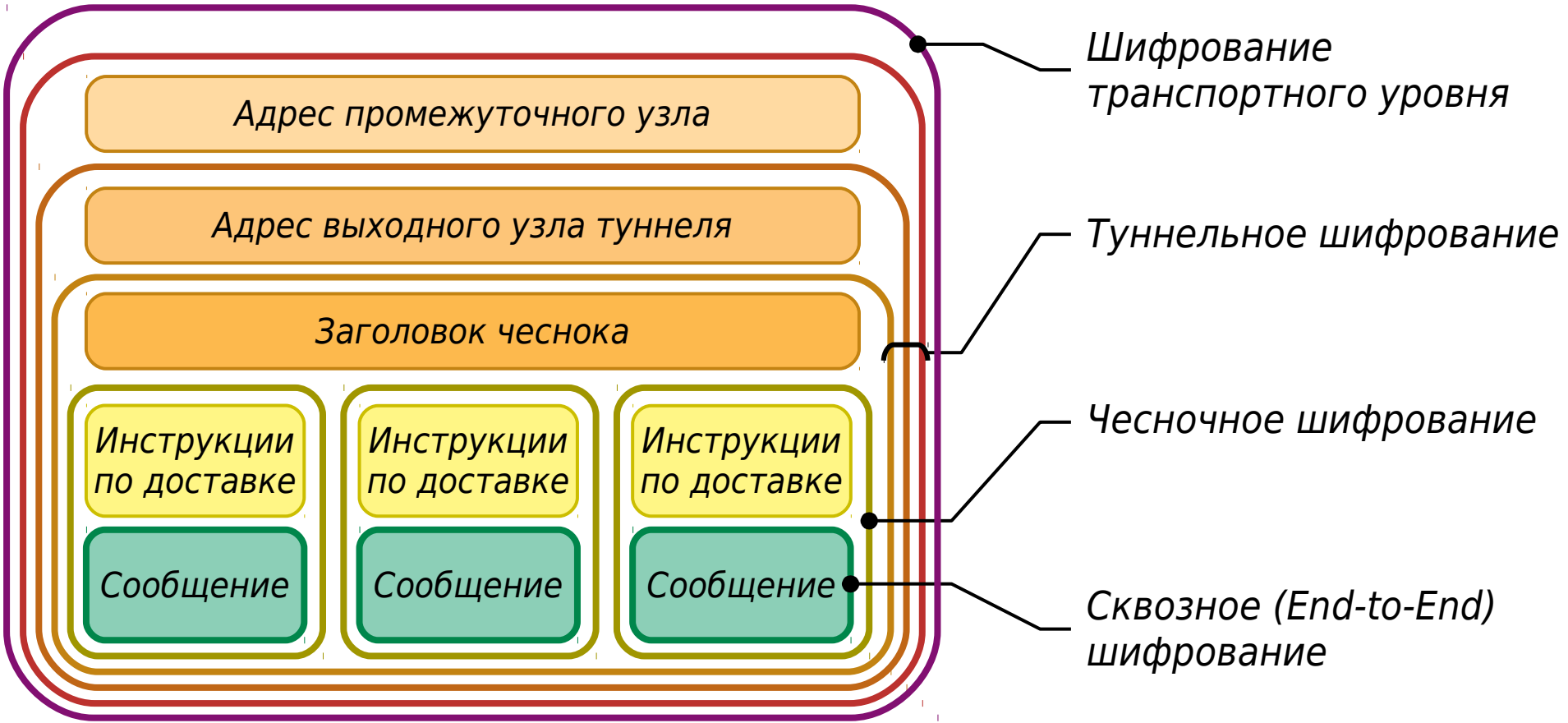
Уязвимости сети Tor

- Трафик на выходе из сети полностью расшифрован, выходной узел может его читать и модифицировать.
  Защита: дополнительный слой сквозного шифрования (например, TLS).
  Защита: механизмы отслеживания недобросовестных выходных узлов.
- Нет перемешивания пакетов и искусственных задержек, возможны тайминг атаки. Наблюдая трафик на входных и выходных узлах, можно соотнести начало и конец цепочки по объемам данных и интервалам между ними.
- Активный вариант тайминг-атаки. Внося задержки на входном узле, можно маркировать трафик для более достоверного опознания его на выходном узле.

I2P — Invisible Internet Project



Чеснок как развитие идеи лука



Адресация в сети I2P

- Распределённая база данных сети (**netDb**) хранит два типа записей:
  1. **routerInfo** — информация о маршрутизаторе:
     IP-адрес, порт и тип транспорта
  2. **leaseSet** — информация о месте назначения:
     набор входных шлюзов туннелей
- Для адресации ресурсов могут использоваться:
  1. Полное **Base64** имя — открытый ключ, 516 символов
     m-HrPrIAsdxts0WM~P4mE8mt9P7g-*многомногобукв*-nPBQAEAAcAAA==
  2. **Base32** имя — хеш открытого ключа, 52 символа
     udhdrtrhetjm5sxzs1jyr5ztpeszydba4dpl3pl4utgqqw2v4jna.b32.i2p
  3. **Символьное** имя — строка, хранящаяся на сервере имён
     или в локальной адресной книге
     planet.i2p

Уязвимости сети I2P

- Подмена узлов и захват тоннелей. Атакующий создаёт большое количество узлов, одновременно добиваясь отключения существующих. Захват двух узлов в тоннеле означает захват всего тоннеля. Для успешной атаки требуется подмена от 2 до 20% узлов.
- Атака Сивиллы (Sybil attack). Атакующий создает множество идентификаторов узлов, расположенных в пространстве ключей рядом с атакуеым. Пользуясь “большинством” голосов, можно подменять содержимое DHT для атакуемого.
- Атака методом исключения.
  - составляем список узлов, потенциально являющихся маршрутизаторами для атакуемого узла
  - если атакуемый узел активен, исключаем из списка неактивные узлы
  - если атакуемый узел неактивен, исключаем из списка активные узлы
  - исключаем узлы, не подходящие под правила создания тоннелей

Ссылки

- Обратная связь:
  - E-mail: android.ruberoid@gmail.com
  - Slack: lesswrongru.slack.com @android_ruberoid
  - Bitmessage: BM-2cSxghnvqBUWJ8D7ngfFu7AfsUxGJerxV6
  - Tox: 94C1DEBE4521CC811C4CED57DE9CB9AAB2C1E831F867EED7BC0145869E87A55577BB3AA996F5

- Материалы лекций:
  - github.com/notOcelot/Kocherga_crypto
- Видео:
  - youtube.com/channel/UCeLSDFOndl4eKFutg3oowHg