

Yggdrasil



IPv6 в массы!

Artyom “avp” Poptsov, 2025
site: memory-heap.org | tg: https://t.me/memory_heap

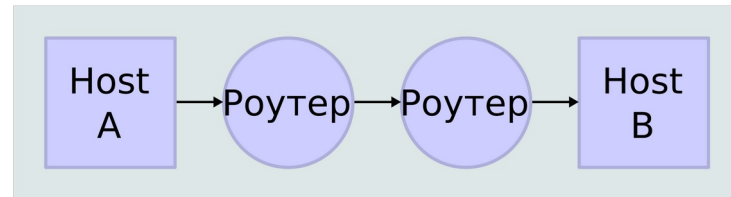
Цель



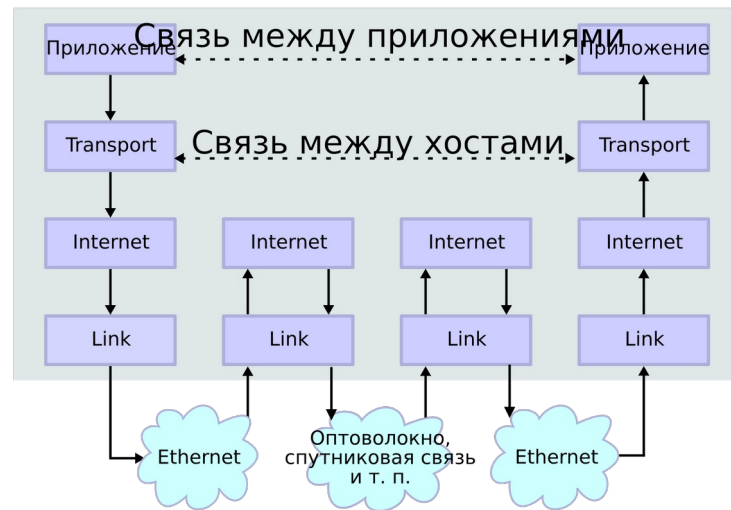
TCP/IP

- Applications
- Transmission Control Protocol (TCP)
- Internet Protocol (IP)
- Media Access Control (MAC)
- Physical Layer:
Ethernet, Wi-Fi, ...

Топология сети



Потоки данных



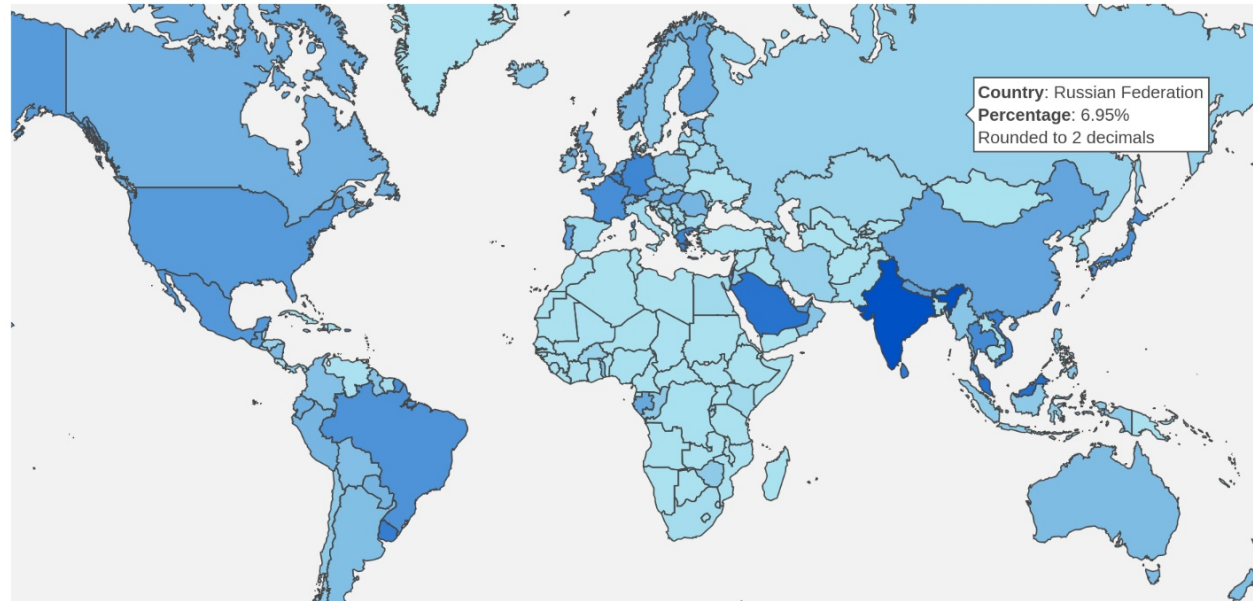
IPv6 vs. IPv4

- Диапазоны адресов:
 - IPv4: 2^{32}
 - IPv6: 2^{128}
- IPv6:
 - Упрощенная конфигурация.
 - Отсутствует преобразование сетевых адресов (NAT.)

Но...

- Внедрение IPv6 идёт медленно (хотя пул адресов IPv4 исчерпан.)

Per-country IPv6 adoption



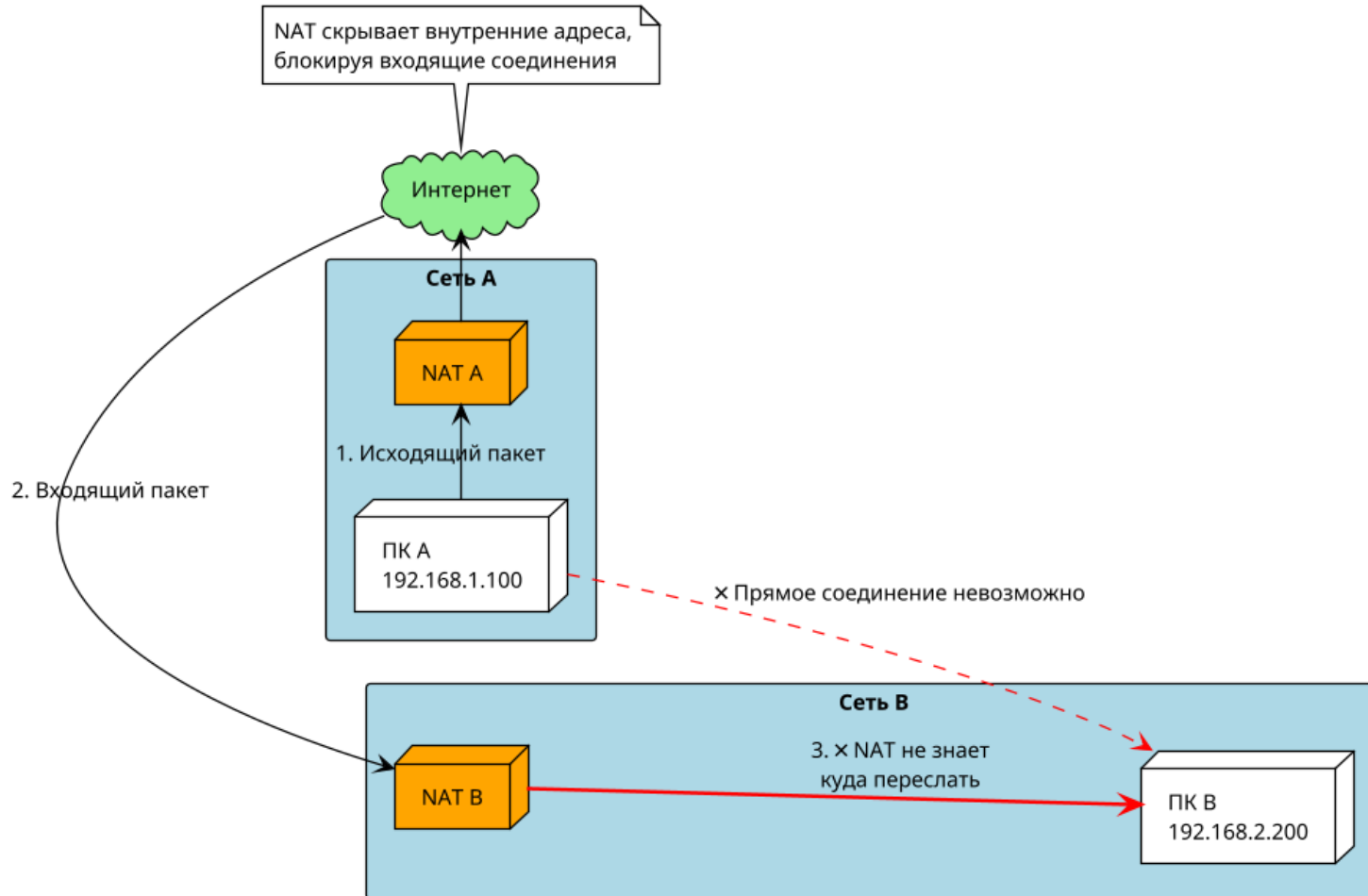
<https://radar.cloudflare.com/reports/ipv6>

Network Address Translation (NAT)

- Механизм в TCP/IP сетях, обеспечивающий преобразование адресов транзитных пакетов данных.
- Предложен в 1994-м году как “временное решение”.

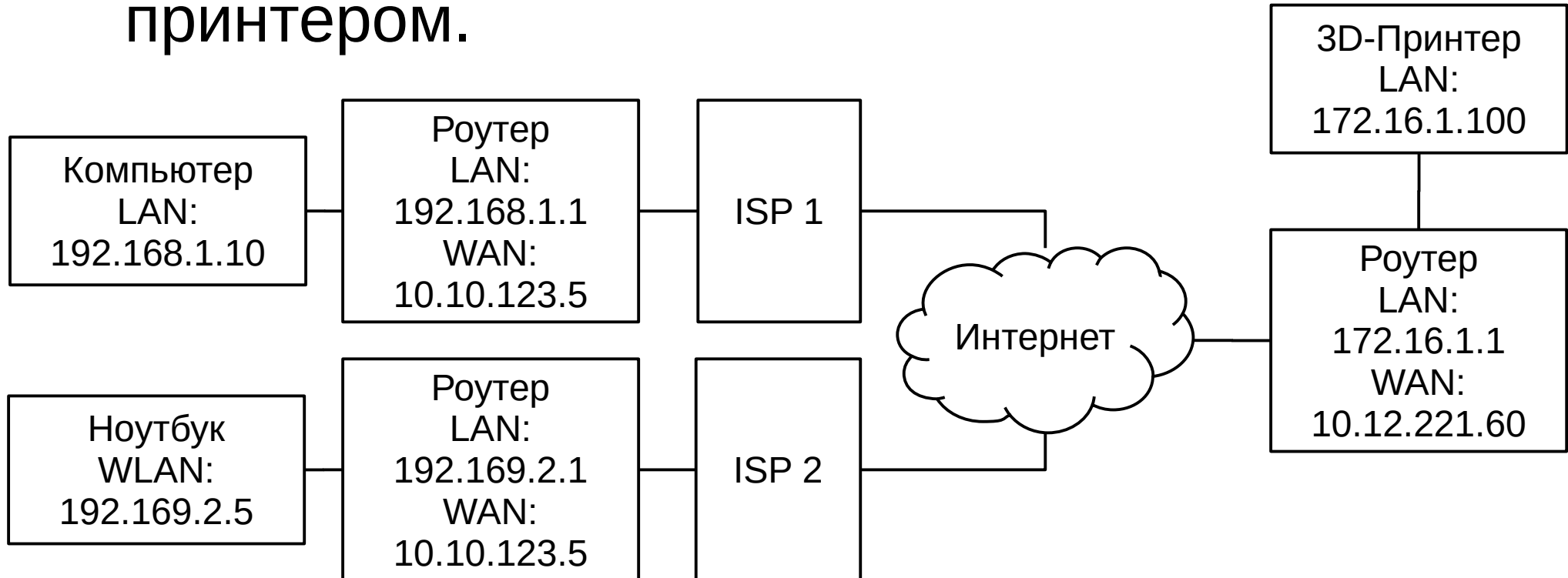


Проблема NAT



Пример

- Доступ к интерфейсу управления 3D-принтером.



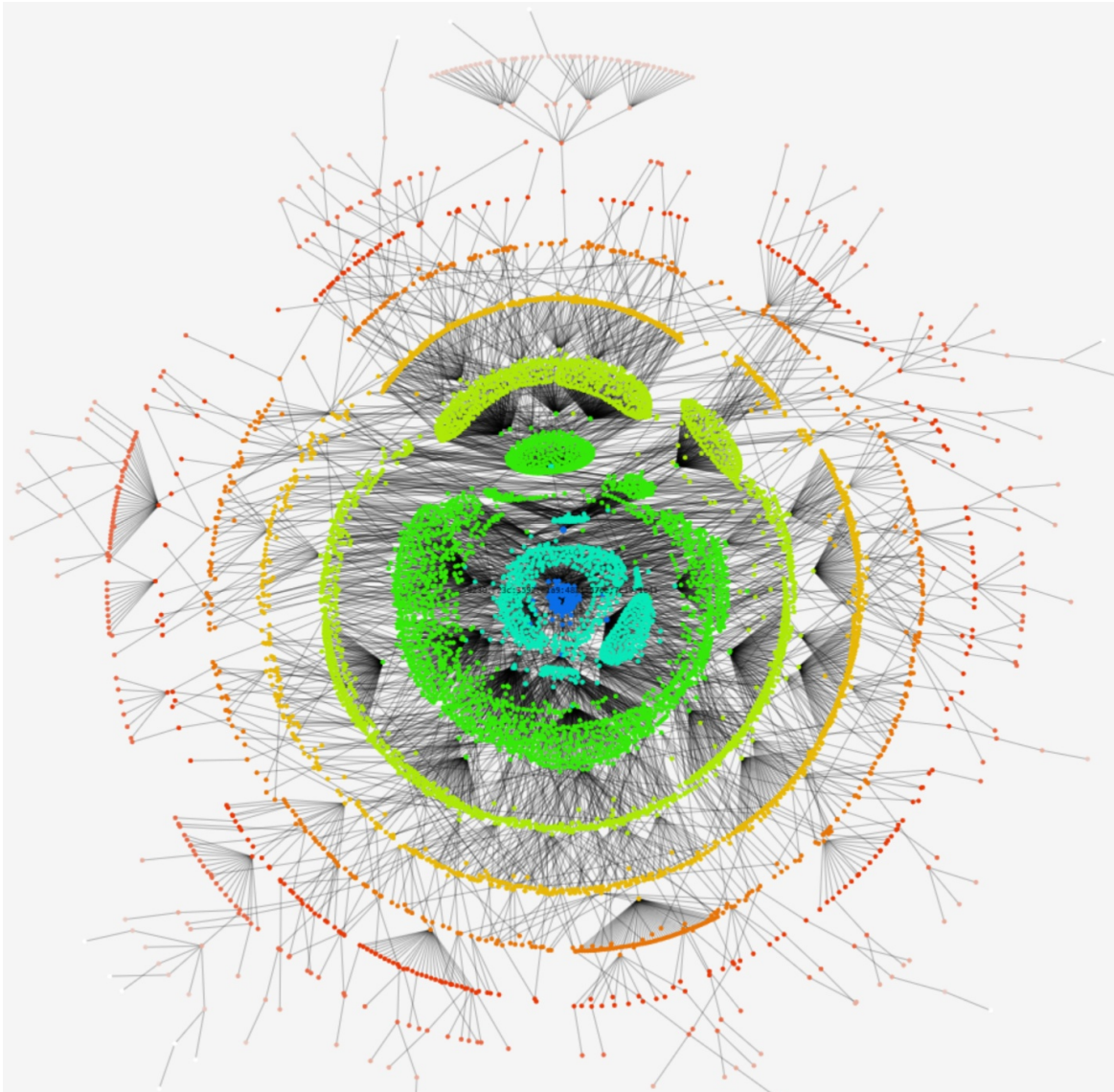
Yggdrasil: Мировое древо

- В скандинавской мифологии – дерево, объединяющее 9 миров:
 - Ásgarðr
 - Vanaheimr
 - Álfheimr
 - Miðgarðr (**мир людей**)
 - Jötunheimr
 - Múspellsheimr
 - Svartálfaheimr
 - Niflheimr / Hel
 - Niðavellir



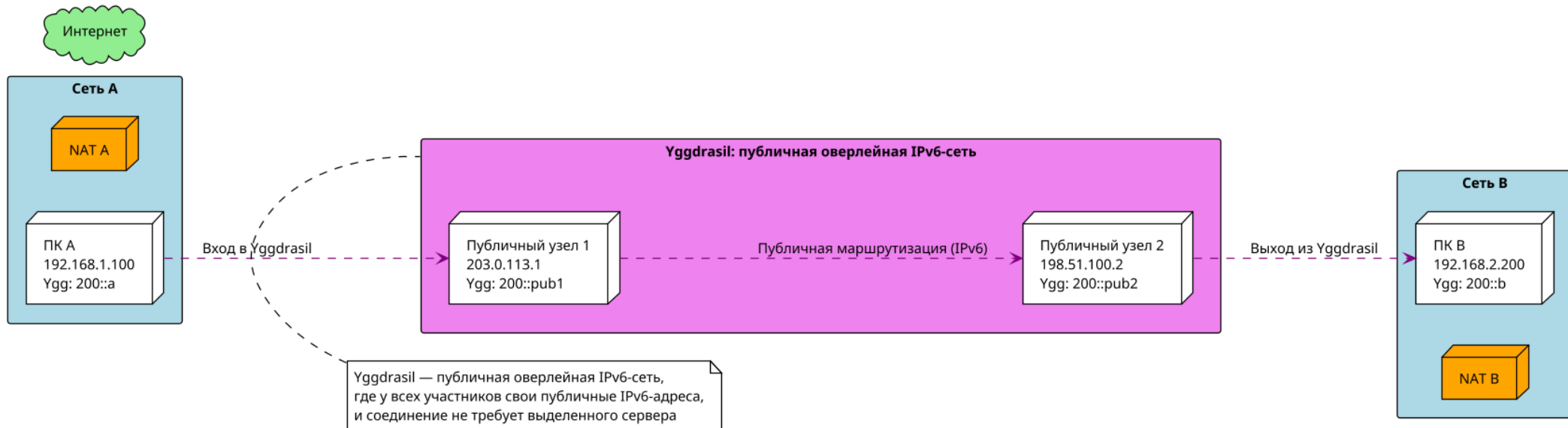
Yggdrasil

yggdrasil-network.github.io



Yggdrasil Network Map

Решение проблемы NAT



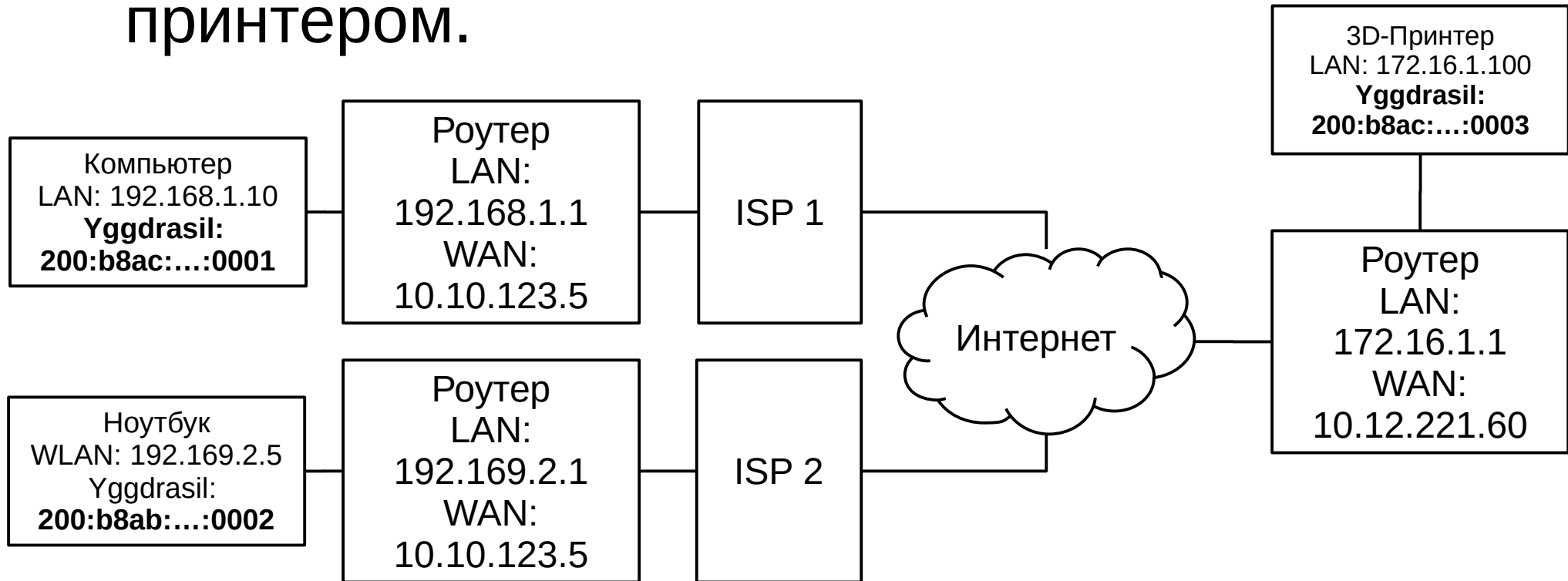
Yggdrasil: Глобальная IPv6 сеть.

Особенности Yggdrasil

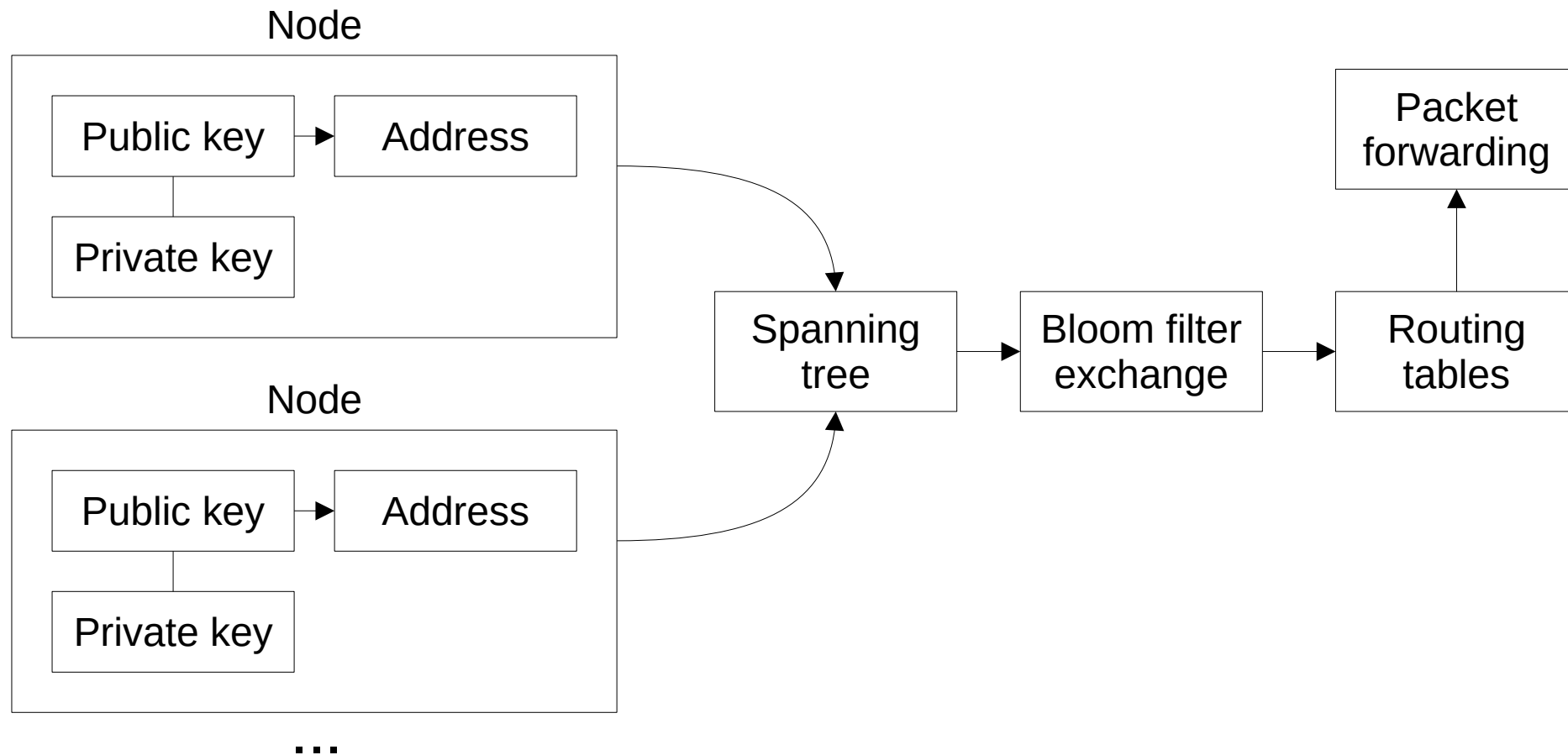
- Децентрализованная сеть.
- Шифрование трафика P2P на уровне протокола.
- Выбирается кратчайший путь.
- Может работать поверх интернета или даже без него.
- Может работать за NAT.
- Стабильный адрес узлов внутри сети.

Пример использования Yggdrasil

- Доступ к интерфейсу управления 3D-принтером.



Архитектура



Адресация

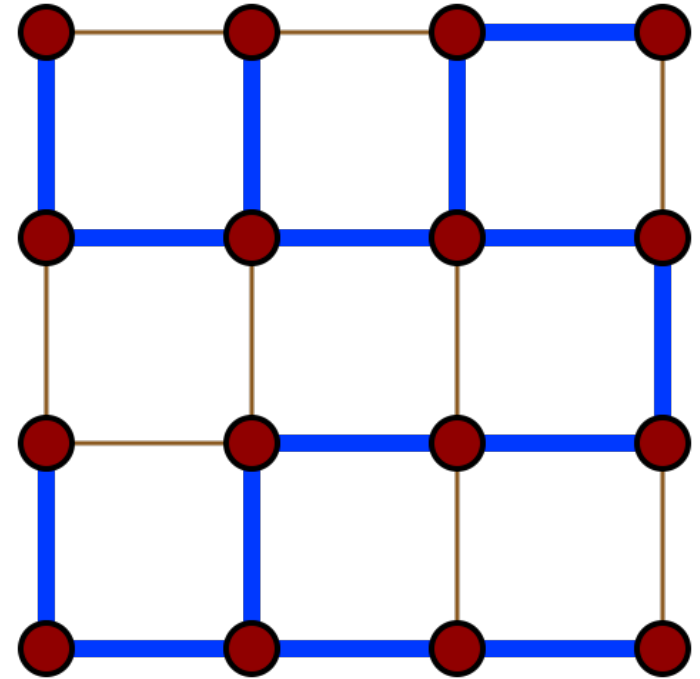
- Для ключей используется алгоритм Ed25519.
- IPv6 адрес получается из публичного ключа ноды:

```
func AddrForKey(publicKey ed25519.PublicKey) *Address {  
    // ...  
}
```

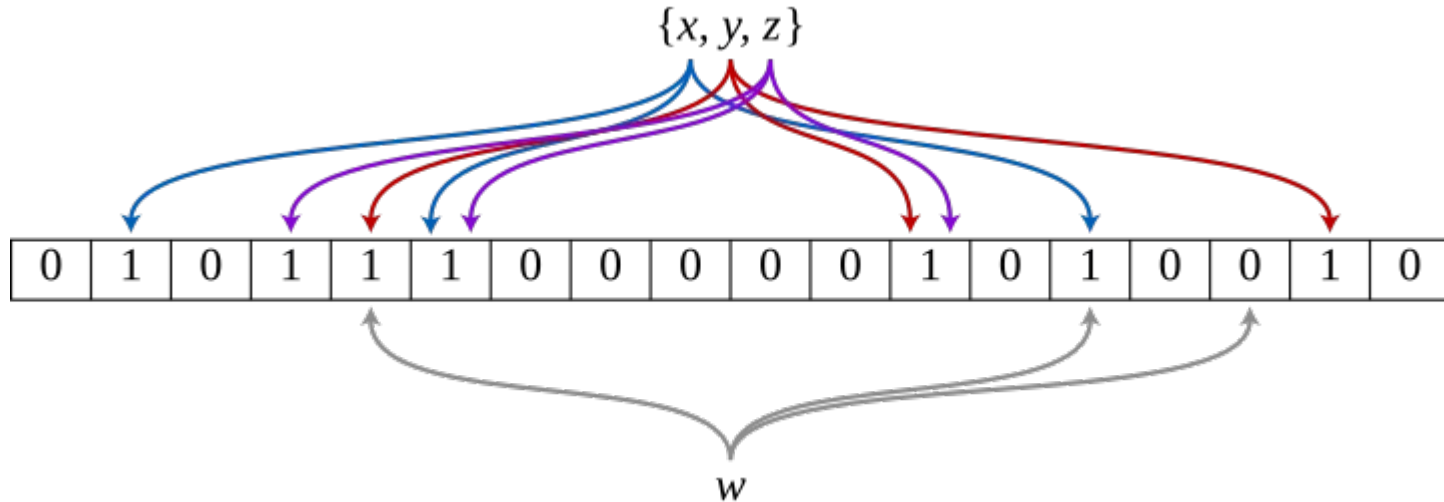
(Исходный код: [src/address/address.go](https://github.com/ipfs/go-ipfs/blob/master/src/address/address.go))

Spanning tree (остовное дерево)

- Остовное дерево T для некоторого не-направленного графа G есть ациклический связанный подграф G , содержащий все его вершины.



Bloom filter



- 8192-битный Bloom filter (1024 байта), 8 хэш-функций.
- Реализация:

<https://github.com/Arceliar/ironwood/>

Поддерживаемые протоколы

tcp://[::]:1234	TCP
tls://1.1.1.1:1234	TCP+TLS
socks://2.2.2.2:2345/1.1.1.1:1234	TCP via SOCKS, i.e. tcp://1.1.1.1:1234 via the proxy at 2.2.2.2:2345
sockstls://2.2.2.2:2345/1.1.1.1:1234	TCP+TLS via SOCKS, i.e. tls://1.1.1.1:1234 via the proxy at 2.2.2.2:2345
quic://1.1.1.1:1234	QUIC+TLS
unix:///path/to/sock.sock	UNIX
ws://[::]:444	WebSockets (Yggdrasil 0.5.7 or later only)
wss://1.1.1.1:1234 wss://1.1.1.1:1234/path	WebSockets+TLS (Yggdrasil 0.5.7 or later only)

Публичные пиры

- Список публичных пиров:
<https://github.com/yggdrasil-network/public-peers>
 - Список со статусом и временем доступности:
<https://publicpeers.neilalexander.dev/>
- ➔ Если добавить несколько пиров, то нода может участвовать в транзитной передаче данных внутри сети.

Стратегия выбора пиров

- Следует выбрать небольшое количество близких к вам пиров, с хорошим аптаймом.
- Следует избегать пиров с большим latency.
- Не стоит добавлять много пиров из списка!
- Нет смысла добавлять одного и того же пира через разные протоколы.

Примеры внутренних сервисов

- Yggdrasil Network Map

[http://\[21e:e795:8e82:a9e2:ff48:952d:55f2:f0bb\]/](http://[21e:e795:8e82:a9e2:ff48:952d:55f2:f0bb]/)

- HowToYgg

[http://\[222:a8e4:50cd:55c:788e:b0a5:4e2f:a92c\]/](http://[222:a8e4:50cd:55c:788e:b0a5:4e2f:a92c]/)

Дополнительные возможности

- Автоматический поиск пиров в локальной сети.
- Создание изолированных сетей.
- Аутентификация нод по паролю.
- Закрепление публичного ключа за пиром.

Преимущества Yggdrasil

- Относительная лёгкость установки и (неправильной) настройки.
- Универсальность.
- Стабильность выдаваемых IPv6 адресов.

Проблемы Yggdrasil

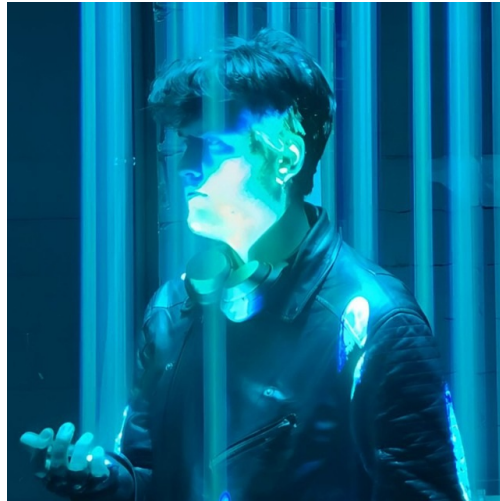
- Малое распространение.
 - Недостаток известности.
 - Сложность безопасной настройки
(пользователю требуется настроить firewall.)
- Небольшое количество внутренних сервисов.

Статьи и ресурсы про Yggdrasil

- pureacetone, “Yggdrasil Network: Заря бытовых меш-сетей, или Интернет будущего”
<https://habr.com/ru/articles/547250/>
- pureacetone, “Yggdrasil Network 0.4 — Скачок в развитии защищенной самоорганизующейся сети”
<https://habr.com/ru/articles/566072/>
- CuriV, “Yggdrasil-mesh глазами пентестера”
<https://habr.com/ru/companies/radcop/articles/771776/>
- Русскоязычное сообщество:
https://t.me/Yggdrasil_ru

Yggtray

- Мастер начальной настройки демона Yggdrasil и менеджер пиров.
- Фоновый процесс в трее для управления демоном.
- Лицензия:
GPLv3.
- Разработчик:
Nexi
the-nexi.github.io
<https://t.me/nexiware>



github.com/the-nexi/yggtray

Установка Yggtray

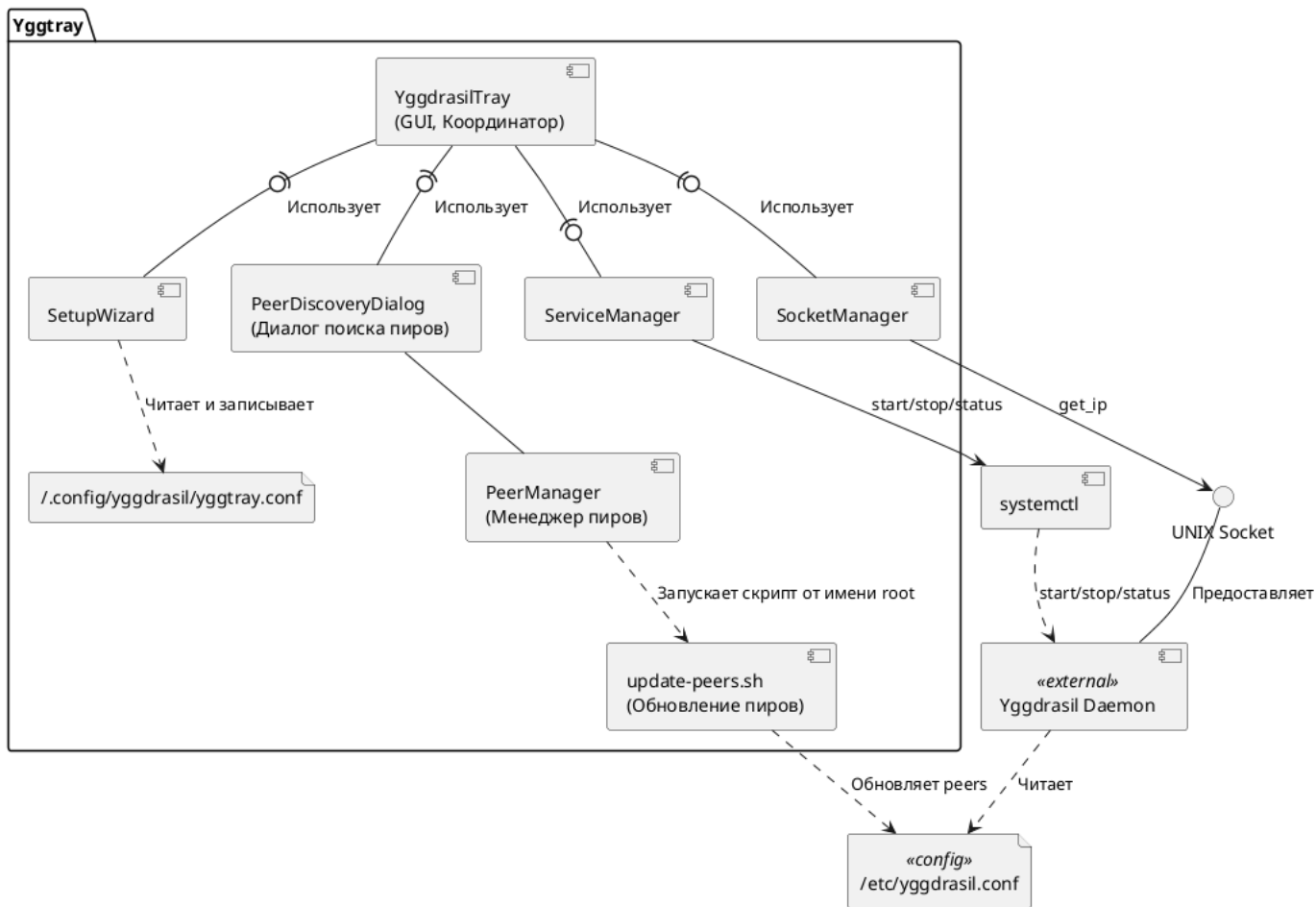
- **ApplImage** (предпочтительный способ):
<https://github.com/the-nexi/yggtray/releases>
- GNU Guix (<https://guix.gnu.org/>):

```
guix install yggtray
```

- Manual installation:

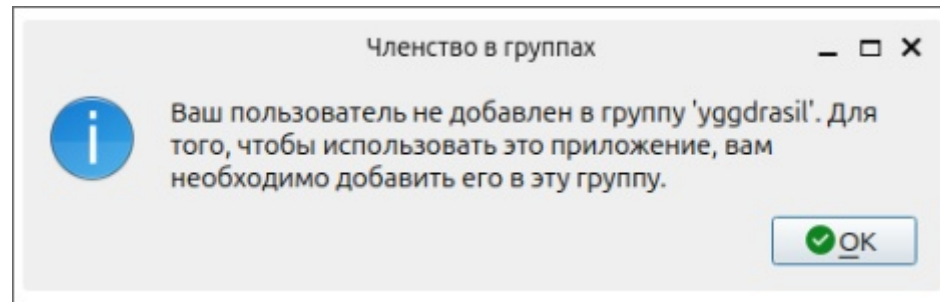
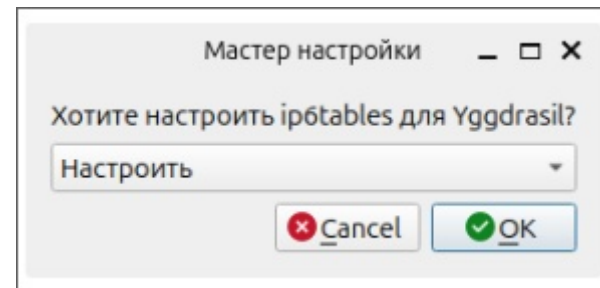
```
git clone https://github.com/the-nexi/yggtray.git
cd yggtray
mkdir build
cd build
cmake ..
make -j$(nproc)
sudo make install
```

Архитектура



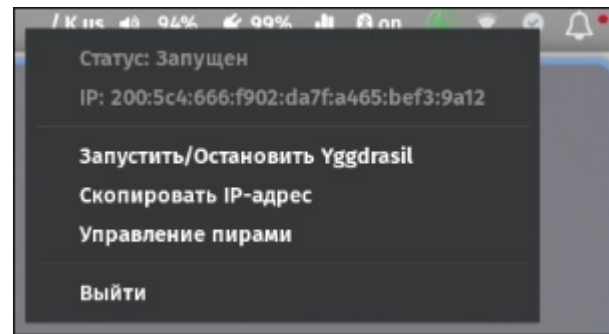
Мастер начальной настройки

- Настройка firewall.
- Добавление пользователя в нужные группы.



Трей

- Просмотр статуса.
- Просмотр IPv6-адреса ноды.
- Управление демоном.
- Вызов диалога управления пирами.



Менеджер пиров

<div>Обновить Тест Применить Экспорт в CSV</div>				
	Хост	Задержка	Статус	Валидный?
1	tcp://37.186.113.100:1514	-	-	Не тестирован
2	quic://37.186.113.100:1515	-	-	Не тестирован
3	tls://37.186.113.100:1515	-	-	Не тестирован
4	tls://syd.joel.net.au:8443	-	-	Не тестирован
5	tls://[2001:44b8:26e:1300::1]:7676	-	-	Не тестирован
6	tls://yg-mel.magicum.net:23800	-	-	Не тестирован
7	quic://yg-mel.magicum.net:23801	-	-	Не тестирован
8	tls://yg-syd.magicum.net:23700	-	-	Не тестирован
9	quic://yg-syd.magicum.net:23701	-	-	Не тестирован
10	tcp://195.114.14.86:7676	-	-	Не тестирован
11	tls://109.176.250.101:65534	-	-	Не тестирован
12	tls://[2a02:1b8:10:147::1:1ea]:65534	-	-	Не тестирован
13	quic://[2a02:1b8:10:147::1:1ea]:444422	-	-	Не тестирован
0%				
Найдено 263 пиров				

Тестирование latency

<div>Обновить</div> <div>Стоп</div> <div>Применить</div> <div>Экспорт в CSV</div>				
	Хост	Задержка	Статус	Валидный?
1	tcp://37.186.113.100:1514	1	-	да
2	quic://37.186.113.100:1515	1	-	да
3	tls://37.186.113.100:1515	1	-	да
4	tls://syd.joel.net.au:8443	1	-	да
5	tls://[2001:44b8:26e:1300::1]:7676	-	-	нет
6	tls://yg-mel.magicum.net:23800	4	-	да
7	quic://yg-mel.magicum.net:23801	8	-	да
8	tls://yg-syd.magicum.net:23700	1	-	да
9	quic://yg-syd.magicum.net:23701	1	-	да
10	tcp://195.114.14.86:7676	1	-	да
11	tls://109.176.250.101:65534	1	-	да
12	tls://[2a02:1b8:10:147::1:1ea]:65534	-	-	нет
13	quic://[2a02:1b8:10:147::1:1ea]:65534	-	-	нет

43%

Тестирование пиров: 114/263

TODO

- Возможность добавления собственных пиров в менеджере.
- Пакетирование под другие дистрибутивы (AUR?)
- Отображение подробного статуса (RTT, Rx/Tx, Up/Down, Cost, ...)
- Сбор статистики и отрисовка графиков.

Подобные проекты

- Yggdrasil Network GUI
<https://github.com/edwardbrok/yggdrasil-network-gui>
(Lazarus + FreePascal)

Вывод

- Yggdrasil решает проблему доступа к ресурсам за NAT.
- Yggtray решает проблему безопасной настройки Yggdrasil.

Спасибо за внимание!

- E-mail:

poptsov.artiom@gmail.com

GPG key fingerprint:

D0C2 EAC1 3310 822D 98DE B57C
E9C5 A2D9 0898 A02F

- Web:

<https://memory-heap.org/>

- GitHub:

<https://github.com/artiom-poptsov>

- Telegram:

https://t.me/memory_heap

