

УДК 004.057.4

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/109/24>

ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОТОКОЛОВ МАРШРУТИЗАЦИИ IPV4 И IPV6

©*Абдыраева Н. Р.*, ORCID: 0000-0001-2345-6789, SPIN-код: 1576-7528, канд. техн. наук,
Ошский технологический университет, г. Ош, Кыргызстан, nabdyraeva80@mail.ru

©*Каюмов У.*, Ошский технологический университет,
г. Ош, Кыргызстан, Ulan.kayumov.88@mail.ru

PERFORMANCE ASSESSMENT OF IPV4 AND IPV6 ROUTING PROTOCOLS

©*Abdyraeva N.*, ORCID: 0000-0001-2345-6789, SPIN-code: 1576-7528, Ph.D.,
Osh Technological University, Osh, Kyrgyzstan, nabdyraeva80@mail.ru

©*Kuyumov U.*, Osh technological University, Osh, Kyrgyzstan, Ulan.kayumov.88@mail.ru

Аннотация. IPv6 считается наиболее перспективным протоколом для сложных и распределенных сетевых приложений в эпоху IoT. Однако его внедрение в промышленность, особенно в интеллектуальное производство, развивалось медленнее, чем ожидалось. Несмотря на то, что преимущества IPv6 для промышленного IoT – технологий широко признаны, его использование на практике сопряжено с определенными трудностями. В данной статье проводится качественная оценка IPv6 и замены IPv4 на IPv6.

Abstract. IPv6 is considered the most promising protocol for complex and distributed network applications in the IoT. However, its adoption in industry, especially in smart manufacturing, has been slower than expected. Although the benefits of IPv6 for industrial IoT technologies are widely recognized, its use in practice is associated with certain difficulties. This paper provides a qualitative assessment of IPv6 and the replacement of IPv4 with IPv6.

Ключевые слова: протокол, IPv4, IPv6, маршрутизация, сети, размер пакета.

Keywords: protocol, IPv4, IPv6, routing, networks, package size.

Интернет-протокол (IP) является одним из важных протоколов в TCP/IP. Этот протокол идентифицирует хосты и направляет данные между ними через Интернет. Первое поколение IP-адресов, которое широко используется, – это IPv4. Это долгое время поддерживало рост Интернета. Он был запущен в доверенной закрытой среде. Таким образом, ему не требуется какой-либо механизм безопасности для обеспечения безопасности хостов и сетевых элементов. Предполагается, что IPv4 будет последней стойкой с адресами (4000 миллионов). Понимая, что в наши дни мобильные телефоны, настольные компьютеры и огромное количество других интернет-устройств, подключенных к Интернету. Однако быстрое расширение IP-адресов приводит к нехватке IPv4-адресов. В момент его начала был предоставлен IPv4, который никогда не учитывал безопасность, простоту настройки, увеличение количества IP-адресов и качество обслуживания.

Следующее поколение IP-адресов, получившее широкое распространение – это IPv6. IPv6 был разработан для решения проблем нехватки адресации и основного ограничения IPv4. Маршрутизация очень требовательна к сложным и распределенным сетевым технологиям.

Методы и материалы

Различия между IPv6 и IPv4 проявляются в пяти ключевых аспектах: адресация и маршрутизация, безопасность, преобразование сетевых адресов, административная нагрузка и поддержка мобильных устройств. IPv6 также предлагает главную функцию: набор возможных планов миграции и перехода с IPv4 [1]. IPv4 — это четвертая версия Internet Protocol (IP), ставшая первой широко распространенной версией этого протокола. Вместе с IPv6 он лежит на основе стандартных методов межсетевого взаимодействия в Интернете.

IPv4 продолжает оставаться самым распространенным протоколом на Интернет уровне, используя 32-битную адресацию и поддерживая до 4 294 967 296 уникальных адресов. IPv6, или Internet Protocol версии 6, также известный как IPng (IP нового поколения) – это вторая версия интернет-протокола, которая обычно используется в виртуальном мире. IPng был разработан для того, чтобы сделать эволюционный шаг по сравнению с IPv4. Все функции работавшие в IPv4 сохранились и в IPng.

Результаты и обсуждение

Интернет проявляется через передачу данных между хостами, которые маршрутизируются по сетям в соответствии с протоколами маршрутизации. Для этих данных требуется система адресации, такая как IPv4 или IPv6, для определения адрес источника и их назначения. Каждому хосту, компьютеру или другому устройству в Интернете необходим IP-адрес для связи.

Развитие технологий вызвало необходимость в большем количестве адресов, чем могло бы быть при использовании IPv4. IPv6 представляет собой пакет сетевой маршрутизации интернет-протокола уровня и обеспечивает сквозную передачу дейтаграмм через различные IP-сети. IPv4 использует 32-битные адреса, что обеспечивает 2^{32} возможных адресов, а IPv6 использует 128-битные адреса, что позволяет создать пространство адресов с 2^{128} (примерно $3,4 \times 10^{38}$) качественными адресами. Такое увеличение количества адресов позволяет подключать большее количество устройств и пользователей, а также повышает гибкость распределенных адресов и эффективность маршрутизации. Кроме того, IPv6 использует необходимость в трансляции сетевых адресов (NAT), которая стала популярной для решения проблем исчерпания IPv4-адресов [2].

IPv6 предоставляет интернет-провайдерам возможность предлагать уникальные IP-адреса каждому пользователю устройства, независимо от того, находится оно за брандмауэром или нет. Это также устраняет основную потребность в сетевом адресе трансляция (NAT), которая получила широкое распространение в попытке уменьшить исчерпание адресов IPv4 [3].

NAT (преобразование сетевых адресов) стало очень распространенным методом решения проблемы нехватки IP-адресов. К сожалению, NAT не очень хорошо работает для многих интернет-приложений, начиная от старых надежных, таких как NFS и DNS, и заканчивая новыми приложениями, такими как групповые конференции [4].

Одной из целей расширения адресного пространства IPv6 является устранение необходимости в NAT, что обеспечивает общую связь, надежность и гибкость сети. IPv6 обеспечивает прозрачность и сквозную передачу трафика через Интернет. Вторая важная цель IPv6-сокращение времени, необходимого для настройки и управления сетью. IPv6 поддерживает автоматическую технологию «без состояния», при которой устройство самостоятельно получает уникальный IP-адрес, используя свой MAC-адрес с префиксом, предоставляемый сетевым маршрутизатором. Еще одной важной целью IPv6 является поддержка VPN.

Протоколы безопасности IPSec, ESP и AH, которые являются дополнениями к IPv4. В IPv6 протоколы безопасности позволят создавать и разворачивать безопасные сети в мире IPv6. IPv6 уже достаточно развит для использования в корпоративных и коммерческих сетях, что обеспечивает поддержку ключей и технологий по всему миру. Признаками необходимости внедрения IPv6 могут послужить следующее:

1. Заканчивается адресное пространство
2. Требуется подготовка сетевых приложений для расширенных функций IPv6
3. Требуется сквозная безопасность для большого количества пользователей, а текущее адресное пространство не может ее обеспечить, либо возникнет трудности с реализацией NAT.

Для упрощения разработан набор принципов, известный как SIT (simple internet transition), который включает в себя протоколы и правила управления для плавного перехода. Основными характеристиками SIT являются:

1. Возможность постепенного перехода: обновление хостов и маршрутизаторов до IPv6 может происходить поэтапно, без необходимости постоянного обновления других устройств.
2. Минимальные требования к обновлению: для обновления хостов требуется лишь DNS-сервер, поддерживающий адрес IPv6 для управления. Для маршрутизаторов не требуется никаких требований.
3. Простота адресации: маршрутизатор или хост могут обновляться до IPv6, при этом можно продолжить использование адреса IPv4.

Механизмы, используемые SIT, включают следующее [5]:

1. Структура адресов IPv6, позволяющая получить IPv6-адреса на основе IPv4-адресов.
2. использования двойного стека на хостах и маршрутизаторах, при которых используются как IPv4, так и IPv6 одновременно.
3. Метод инкапсуляции IPv6-пакетов внутри IPv4-пакеты, позволяющие для их передачи через сеть не поддерживающие IPv6.
4. Метод преобразования заголовков IPv6 в заголовки IPv4 и обратно, чтобы на более поздних этапах подключения узлов с IPv4 можно было подключиться к узлам доступными только для IPv6.

Подход SIT обеспечивает совместимость хостов IPv6 с хостами IPv4 на современном этапе развития. По завершении перехода это соответствие будет обеспечиваться на локальном уровне ещё долгое время. Это позволяет сохранить инвестиции в IPv4-оборудование. Простые устройства, не поддерживающие IPv6, такие как сетевые принтеры и терминальные серверы, будут продолжать работать с IPv4, пока они остаются востребованными. Постепенный переход позволяет производителям интегрировать IPv6 в оборудование и программное обеспечение. Когда они будут готовы, пользователи смогут начать миграцию в удобное для них время [5].

Процесс маршрутизации становится более сложной в сетях IPv4 и IPv6. Поскольку эти два протокола несовместимы, для обеих сетей требуются разные наборы протоколов маршрутизации. Например: для сетей IPv4, RIP5, OSPFv26, BGP 7 и т. д., а для сетей IPv6RIPng8, OSPFv39, BGP+10 и т. д.

Одним из факторов ухудшающих производительность сети является размер пакета. По мере увеличения размера пакета пропускная способность сети уменьшается, поскольку после пересечения выделенного размера пакета она выделит вдвое требуемый размер пакета и заполнит мусор в нераспределенном пространстве пакетов, тем самым уменьшая пропускную способность.

Производительность этих протоколов в сетях IPv4 и IPv6 тестируется на основе размера пакета. Моделирование проводилось на беспроводных сетях со 100 узлами. Анализируется их влияние на сеть.

IP является наиболее широко используемым протоколом, используемым в Интернете. С появлением интернет вещей, устройств и приложений спрос на IP значительно возрос за последние несколько десятилетий. IPv4 представляет собой 32-битную схему адресации и отсюда может адресовать до 232 устройств (4,3 миллиарда адресов).

В начале 90-х годов было отмечено, что очень скоро IP протоколы будут исчерпаны и возникнет необходимость в новой схеме адресации. Для того чтобы удовлетворить спрос на IP протокол появилась новая схема адресации, протокол IPv6. IPv6 является интернет-протоколом следующего поколения со 128-битной схемой адресации, т. е. он может адресовать 2¹²⁸ устройств, что намного больше, чем IPv4.

Основная проблема с обоими протоколами заключается в том, что IPv4 не имеет обратной совместимости с IPv6 и наоборот. Моделирование играет очень важную роль в разработке и тестировании сетевых протоколов и производительности сети.

Однако моделирование сложных сетей по-прежнему является обременительной работой, которая требует мощной вычислительной техники. Для проверки производительности сетей IPv4 и IPv6 были проведены моделирования с использованием пакета программ. На Рисунке представлен результат моделирования мобильной сети на 100 узлов.

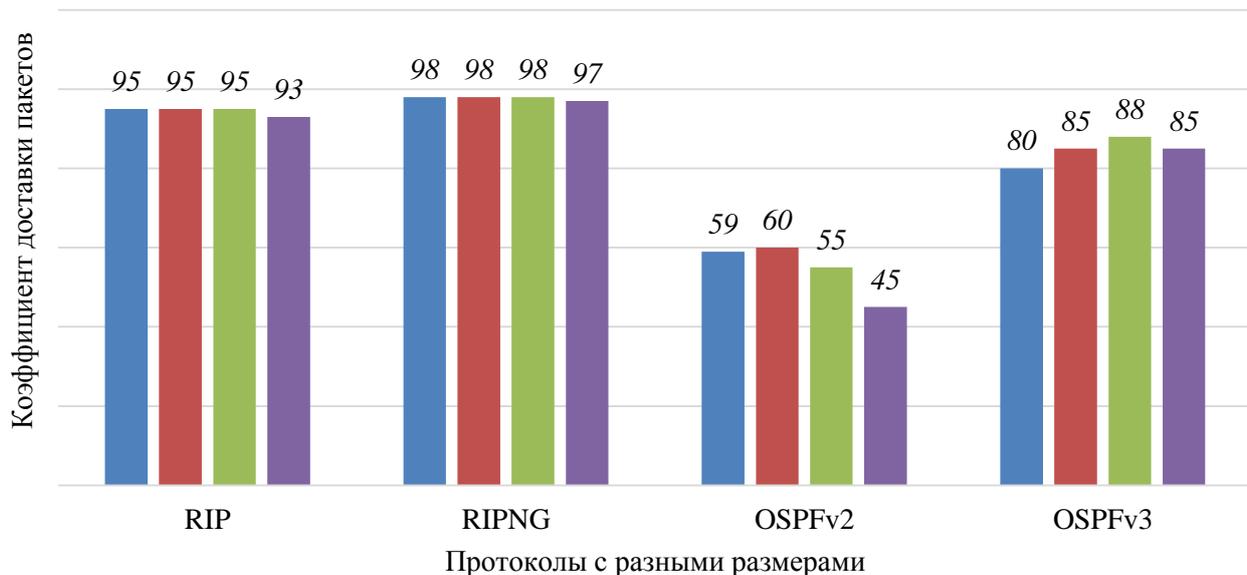


Рисунок. Моделирования мобильной сети на 100 узлов

Заключение

В данной статье мы провели сравнительный анализ протоколов IPv4 и IPv6. При разработке IPv4 продолжалось его использование, однако с ростом числа устройств, подключаемых к сети, возникла сложность. В ходе исследования были выявлены основные недостатки IPv4, а также основные преимущества IPv6, которые решают эти проблемы. Одной из основных проблем является нехватка адресного пространства, так как с увеличением количества устройств (ПК, ноутбуков, смартфонов и т.д.) возрос спрос на IP-адреса. Это создает условия исчерпания адресов IPv4 в будущем. Протокол IPv6

обеспечивает значительно большее адресное пространство, увеличивает размер адреса с 32 бит в IPv4 до 128 бит в IPv6.

Еще одним недостатком IPv4 является его ограниченная поддержка мобильности: при смене местоположения мобильного узла создается свой IP-адрес, и требуется его повторная настройка. В отличие от IPv4, IPv6 повышает поддержку мобильности, позволяя устройствам менять местоположение без необходимости перезагрузки IP-адреса. Безопасность IPv4-поля (IPSec) является дополнительной, и безопасность обеспечивается непосредственно на конечных узлах, что соответствует уровню защиты. В поле IPv6 IPSec

Это поле реализовано с помощью АН, ESP и IKE. В IPv4 настройка IP выполняется либо вручную, либо с помощью DHCP, но IPv6 упростил настройку с помощью автоматической настройки. Согласно предыдущим соображениям, протокол IPv6 будет лучше по сравнению с протоколом IPv4. Он появился как следующее поколение Интернет-протокол и предоставляет несколько функциональных возможностей для устранения ограничений IPv4. Протоколы маршрутизации для сетей IPv4 и IPv6 тестируются с использованием пакетов различных размеров. Результаты изменения заключаются в том, что по мере увеличения размера пакета общая эффективность сети увеличивается. При небольшом размере упаковки их количество на исходном узле увеличивается, а при увеличении количества притока пакетов, что также снижает административные расходы. Среди четырех протоколов наилучшую производительность показал RIPng. Он имеет максимальную пропускную способность и коэффициент доставки пакетов с минимальной задержкой. OSPF для сетей IPv4. В будущем мы хотим оценить и анализировать других протоколов IoT.

Список литературы:

1. Абдыраева Н. Р., Турсунбаев Ф. С., Жумабай уулу Н. Современные способы и средства защиты информации // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №4. С. 426-431. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/47>
2. Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А. А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. М.: Финансы и статистика, 2004. 508 с.
3. Максимов Н. В., Партыка Т. Л., Попов И. И. Современные информационные технологии. М.: Форум, 2008. 511 с.
4. Астахова И. Ф., Астанин И. К., Крыжко И. Б., Кубряков Е. А. Компьютерные науки. Деревья, операционные системы, сети: Деревья, операционные системы, сети. М.: Физматлит, 2013. 87 с.
5. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб.: Питер, 1999. 668 с.

References:

1. Abdyraeva, N., Tursunbaev, F., & Zhumabay uulu, N. (2022). Modern Methods and Means of Protecting Information. *Bulletin of Science and Practice*, 5(4), 426-431. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/77/47>
2. Pyatibratov, A. P., Gudyno, L. P., & Kirichenko, A. A. (2004). Vychislitel'nye sistemy, seti i telekommunikatsii. Moscow. (in Russian).
3. Maksimov, N. V., Partyka, T. L., & Popov, I. I. (2008). Sovremennye informatsionnye tekhnologii. Moscow. (in Russian).
4. Astakhova, I. F., Astanin, I. K., Kryzhko, I. B., & Kubryakov, E. A. (2013). Komp'yuternye nauki. Derev'ya, operatsionnye sistemy, seti: Derev'ya, operatsionnye sistemy, seti. Moscow. (in Russian).

5. Olifer, V. G., & Olifer, N. A. (1999). *Komp'yuternye seti. Printsipy, tekhnologii, protokoly.* St. Petersburg. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 05.11.2024 г.*

*Принята к публикации
12.11.2024 г.*

Ссылка для цитирования:

Абдыраева Н. Р., Каюмов У. Оценка производительности протоколов маршрутизации IPV4 И IPV6 // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №12. С. 172-177. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/109/24>

Cite as (APA):

Abdyraeva, N., & Kuyumov, U. (2024). Performance Assessment of IPV4 and IPV6 Routing Protocols. *Bulletin of Science and Practice*, 10(12), 172-177. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/109/24>