



КРАТКАЯ СВОДКА

Изначально Интернет был IP-сетью, работавшей по принципу «лучшее из возможного». Этот сервис был полезен, но без него можно было обойтись. Сегодня Интернет стал важным сервисом для бизнеса и потребителей, но основная часть трафика по-прежнему доставляется по принципу «лучшее из возможного». По мере появления сетей и услуг 5G высокое качество восприятия (QoE) и обслуживания (QoS) становятся важными компонентами IP-сетей. Как поставщики услуг могут создавать IP-сети следующего поколения с поддержкой растущих объемов трафика и услуг, вместе с тем обеспечивая высокую доступность с гарантированным качеством обслуживания, экономией капитальных и эксплуатационных расходов для реализации прибыльных бизнес-моделей? IP-сети нового поколения нуждаются в следующем.

- Программный контроль и автоматизация
- Аналитика и интеллект
- Программируемая инфраструктура

Ciena Adaptive IP — это пример сетевой архитектуры следующего поколения, обеспечивающей качество обслуживания в рамках текущих и новых услуг параллельно с реализацией регулирования трафика для оптимизации сетевых технологий и сведения к минимуму требований к емкости. Adaptive IP также обеспечивает необходимую автоматизацию для снижения эксплуатационных расходов сети в следующих аспектах.

- Регулирование и планирование
- Реализация услуг
- Контроль качества обслуживания.

Оптимизируя регулирование сетевого трафика, внедряя строгий контроль качества обслуживания (QoS) и интеллектуально автоматизируя сетевые операции, Adaptive IP обеспечивает сеть нового поколения для новых услуг, параллельно снижая совокупную стоимость владения сетью (ССВ). Компания ACG создала модель ССВ, обеспечивающую снижение капитальных расходов на 23 %, снижение эксплуатационных расходов на 32 % и снижение ССВ на 26 %. Adaptive IP обеспечивает гибкую сеть, которая позволяет быстро развертывать новые услуги для повышения прибыльности и конкурентоспособности поставщиков сетевых услуг. Adaptive IP позволяет поставщикам услуг создавать сети нового поколения от уровня доступа до уровня городской сети, вместе с тем снижая ССВ, увеличивая доход и скорость обслуживания.

Ключевые аспекты

- IP-сети нового поколения должны быть высокомасштабируемыми, поддерживать строгое соблюдение QoS и иметь высокий уровень доступности
- Решение Adaptive IP обеспечивает автоматизацию и оптимизацию в соответствии с требованиями к IP-сетям следующего поколения при одновременном снижении ССВ
- Adaptive IP обеспечивает экономию до 23 % капитальных расходов
- Adaptive IP обеспечивает экономию до 32 % эксплуатационных расходов
- Adaptive IP обеспечивает экономию ССВ до 26 %

СОДЕРЖАНИЕ

Требования к новой IP-сети.....	3
Проблемы, связанные с традиционными IP-сетями.....	3
Adaptive IP	4
Модель ССВ и предположения	6
Показатели ССВ	8
Скорость предоставления услуг и новый источник дохода	10
Заключение.....	11

ТРЕБОВАНИЯ К НОВОЙ IP-СЕТИ

Требования к спросу, масштабируемости и производительности IP-сетей от уровня доступа до уровня городской сети быстро растут. Эти требования в первую очередь обусловлены тремя основными отраслевыми тенденциями:

- Количество устройств, разнообразие устройств, рост трафика и жесткие требования к производительности новых услуг и приложений
- Появление виртуальных сетей доступа (vRAN), архитектур Open RAN (O-RAN) и уплотнение 5G
- Развитие периферийных вычислений

IP-трафик и пропускная способность сети продолжают быстро расти, и с внедрением услуг 5G рост лишь ускорится. Количество IP-устройств также растет, они становятся все более разнообразными: это смартфоны, телевизоры, устройства Интернета вещей, гарнитуры AR/VR, роботы, дроны, транспортные средства и другие устройства. Новые типы устройств связаны с новыми услугами, которые характеризуются различными требованиями к производительности. Для некоторых приложений необходима очень низкая задержка (например, для транспорта), другие нуждаются в постоянной высокой пропускной способности (AR-VR), третьи требуют высочайшей производительности. В связи с этим значение QoS, QoE и соглашений об уровне обслуживания клиентов (SLA) будет продолжать расти. Дни Интернета по принципу «лучшее из возможного» остались позади.

Появление виртуальных RAN, Open RAN и уплотнение 5G представляют собой серьезное изменение сетевой архитектуры. В сетях vRAN и O-RAN блок формирования модулирующих сигналов может быть централизован или распределен в зависимости от требований Fronthaul, Midhaul и Backhaul. В дополнение к vRAN и O-RAN существует необходимость в уплотнении 5G, что потребует развертывания еще большего количества узлов сотовой связи. Уплотнение в сочетании с требованиями к 5G Fronthaul, Midhaul и Backhaul формирует новый, достаточно непростой набор требований к IP-сетям.

Еще одним фактором, который необходимо учитывать в отношении требований IP, является появление периферийных вычислений. Операторы сетей и предприятия начинают развертывать периферийные вычислительные узлы для решения следующих задач.

- Сокращение задержек в сети для повышения производительности приложений
- Снижение нагрузки на трафик в сетях агрегирования и в опорных сетях
- Повышение безопасности

Развертывание периферийных вычислений приводит к изменению схем сетевого трафика. В традиционных сетях практически весь сетевой трафик передавался в региональные центры обработки данных, где обрабатывался широкополосными сетевыми шлюзами или узлами мобильных пакетных ядер. С появлением периферийных вычислений и архитектур с отдельной плоскостью управления и плоскостью пользователей схемы трафика становятся крайне непредсказуемы. Часть трафика оседает на периферийных узлах, в то время как остальной трафик передается глубже в сеть. Непрогнозируемые схемы трафика меняют текущие правила планирования сети и повышают требования к регулированию трафика в реальном времени и к новым технологиям маршрутизации, таким как маршрутизация по сегментам.

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ТРАДИЦИОННЫМИ IP-СЕТЯМИ

Традиционные IP-сети были разработаны для интернет-трафика по принципу «лучшее из возможного». Несмотря на то, что в течение многих лет QoS и регулирование трафика были реализованы в маршрутизаторах, эти технологии не получили широкого распространения, поскольку приложения и услуги в них не нуждались. По мере внедрения услуг 5G QoS, QoE и SLA приобретают все большее

значение при проектировании и эксплуатации IP-сетей, поэтому конструкция и операции сетей требуют пересмотра.

При управлении сетями с непредсказуемыми схемами трафика возникают непростые проблемы, которые требуют регулярных изменений правил сетевого планирования с использованием устаревшего интерфейса командной строки (CLI) и сценариев. Эти инструменты не предназначены для регулирования трафика в реальном времени. CLI и сценарии довольно сложны в реализации и подвержены ошибкам, что может привести к потенциальным простоям сети, если при конфигурации были допущены ошибки. Очевидно, что IP-сети нового поколения требуют более эффективного подхода.

ADAPTIVE IP

Технология Adaptive IP была разработана для удовлетворения требований и решения задач существующих и будущих сетей, таких как 5G. Она обеспечивает масштабируемость, доступность и строгое соблюдение QoS, одновременно снижая капитальные и эксплуатационные расходы на сеть. Adaptive IP сочетает в себе деагрегированную программируемую инфраструктуру, аналитику и интеллектуальные функции, а также программное управление и автоматизацию для оптимизации транспорта, операций проектирования и эксплуатации сети (рис. 1).



Рис. 1. Ciena Adaptive IP

Основные функции Adaptive IP, способствующие решению проблем в сетях 5G:

- **Автоматизация.** Сокращение количества ошибок конфигурирования, повышение эффективности разрешения сбоев и увеличение скорости обслуживания для ускорения окупаемости.
- **Маршрутизация по сегментам и расширенные функции QoS.** Разделение уровней управления и пересылки позволяет улучшить эффективность регулирования трафика, оптимизацию каналов и QoS, что необходимо для предоставления IP-услуг нового поколения.
- **Аналитика и интеллект.** Повышает доступность сети, улучшает эффективность использования существующих ресурсов и сокращает расходы на проектирование и эксплуатацию сети.

Adaptive IP обеспечивает QoE, QoS и SLA в IP-сетях, используя аппаратное и программное разделение.

- Программное разделение использует программно-определяемое сетевое взаимодействие, маршрутизацию по сегментам и передовые методы организации очередей QoS для реализации виртуальных каналов с QoS.
- Аппаратное разделение обеспечивается посредством FlexEthernet — технологии, использующей каналы TDM для определенного пакетного трафика. Эта технология обеспечивает более высокий уровень QoS и снижение задержек для определенных приложений и услуг.

Эти технологии крайне важны для чувствительных к задержкам приложений и устройств, таких как дроны, роботы и транспорт, популярность которых будет, как ожидается, расти по мере развертывания сетей 5G.

Программное обеспечение Adaptive IP выполняет регулирование трафика для оптимизации использования сети с соблюдением строгих требований QoS и SLA. Поточковые данные в режиме реального времени используются с системой вычисления маршрутов на основе ограничений, с маршрутизацией по сегментам и с расширенным функционалом QoS для оптимизации нагрузки трафика в сети и обеспечения качества обслуживания для наиболее важных приложений. В результате оптимизация каналов позволяет повысить коэффициент их использования, обеспечивая при этом соблюдение требований к задержкам и фазовому дрожанию для конкретных приложений. Оптимизация каналов позволяет сократить количество транспортных соединений, объем оптики и емкость маршрутизатора, обеспечивая снижение капитальных и эксплуатационных расходов с более высоким качеством обслуживания. Adaptive IP использует интеллектуальную автоматизацию с закрытым циклом, которая использует потоковую передачу данных в реальном времени для непрерывной оптимизации и самовосстановления, чтобы исключить потерю емкости для оптимальной рентабельности новых и имеющихся сетевых ресурсов.

Автоматизация, аналитика и интеллектуальные функции Adaptive IP обеспечивают значительную экономию эксплуатационных расходов и повышают производительность, надежность и доступность сети. Функции регулирования, планирования, обслуживания и обеспечения услуг включают определенные преимущества для экономии эксплуатационных расходов (см. таблицу 1).

	Текущий режим работы	Adaptive IP	Преимущество
Регулирование и планирование	<p>Высокая сложность моделирования сетей и анализа возможных вариантов.</p> <p>При планировании сети вручную используется устаревшая и ошибочная информация.</p>	<p>Данные в реальном времени используются для моделирования и оптимизации сети.</p> <p>Анализ возможных вариантов для планирования сети.</p> <p>Интеллектуальное регулирование трафика с закрытым циклом и оптимизация каналов.</p> <p>Анализ доступности и устойчивости сети.</p>	Снижение эксплуатационных расходов до 70 %,
Реализация услуг	Настройка и выделение ресурсов сети выполняются вручную, эти процессы	Автоматизация выделения ресурсов и настройки сети.	Снижение эксплуатационных расходов до 35 %,

	<p>сложны и подвержены ошибкам; они требуют использования CLI, сценариев и трудоемкого тестирования.</p> <p>Это требует высокого уровня технической квалификации.</p>	<p>Все планы реализуются интеллектуально и автоматически.</p> <p>Сценарии и выполняемые вручную операции не используются.</p> <p>Удобный интерфейс пользователя</p> <p>Более низкий уровень технической квалификации.</p>	
Контроль качества обслуживания.	<p>Локализовать сложные проблемы маршрутизации бывает сложно.</p> <p>Невозможно выполнить профилактическое восстановление сети до возникновения проблемы.</p> <p>Нулевая прозрачность в работе клиентов, служб и приложений.</p> <p>Мониторинг и устранение неисправностей сетей VPN — серьезная проблема.</p> <p>Бывает сложно соотнести проблемы разных поставщиков без анализа первопричин.</p>	<p>Отслеживание событий маршрутизации и потоков трафика по сети в реальном времени.</p> <p>Настраиваемые оповещения.</p> <p>Цифровые видеорегистраторы с функционалом воспроизведения и анализа.</p> <p>Автоматизация диагностики и устранения неисправностей.</p> <p>Профилактическое восстановление для устранения проблем до их возникновения.</p>	Снижение эксплуатационных расходов до 70 %,

Таблица 1. Преимущества регулирования и планирования, реализации услуг и обеспечения обслуживания

Помимо снижения совокупной стоимости владения сетью Adaptive IP позволяет ускорить получение прибыли от новых услуг. Автоматизация и интеллектуальный функционал на основе данных ускоряют развертывание новых сетевых услуг — этот процесс занимает считанные дни или недели вместо месяцев. Увеличивая скорость обслуживания, поставщики ускоряют получение прибыли и обеспечивают резервный функционал для услуг, которые не приносят успеха. Эти возможности повышают общий доход и позволяют поставщикам услуг повысить конкурентоспособность по отношению к другим операторам.

МОДЕЛЬ ССВ И ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ

Компания ACG Research разработала модель ССВ Business Analytics Engine (BAE)¹, которая представляет собой платформу экономического моделирования следующего поколения для виртуализации сетей, центров обработки данных, облачных сред и сетевых функций. Мы используем ее для сравнения сети

¹ <https://www.acgcc.com/p/bae-software/>

с Adaptive IP с сетью без Adaptive IP. В этой сети модель представляет сеть крупного поставщика услуг. Модель BAE также адаптируется к сети конкретного поставщика услуг. Обзор модели CCB Adaptive IP представлен на рис. 2.

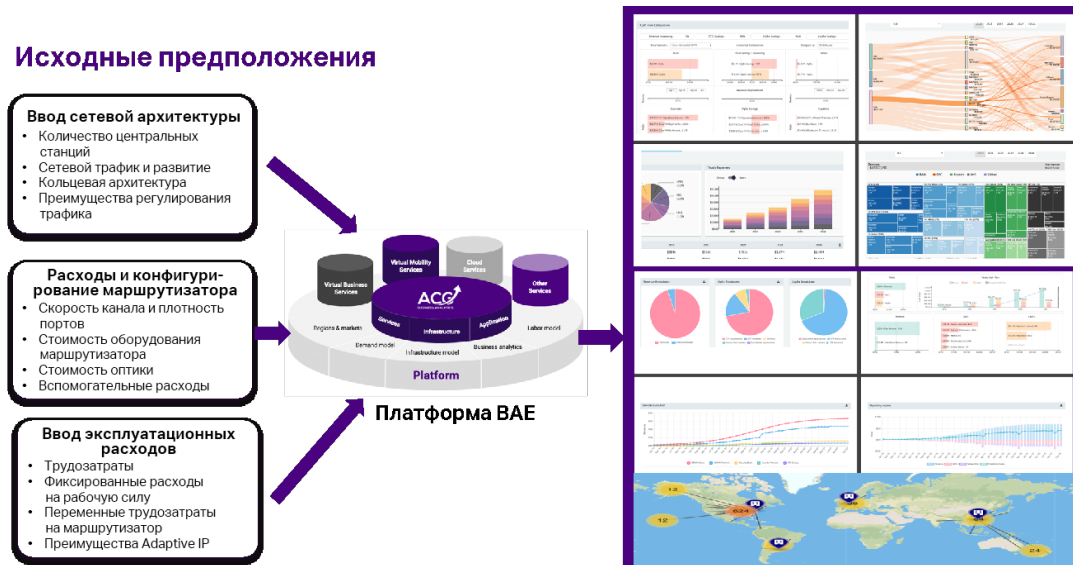


Рис. 2. Модель CCB Adaptive IP

В модели используются три категории входных данных:

- сетевая архитектура и ввод трафика;
- расходы на конфигурирование маршрутизатора;
- ввод эксплуатационных расходов.

Платформа BAE, использующая исходные предположения в каждой из этих категорий, проводит пятилетнее моделирование роста капитальных и эксплуатационных расходов. В модели сравниваются два сценария:

1. решение развития сети с Adaptive IP;
2. расширение сети в соответствии с традиционным подходом.

Эти два сценария представлены на рис. 3. Мы предполагаем, что в традиционной сети маршрутизаторы управляются с помощью стандартных CLI и сценариев с малым уровнем автоматизации и без регулирования трафика. Сеть Adaptive IP использует маршрутизаторы Siena в сочетании с приложениями Adaptive IP и ПО MCP для автоматизации сетевых операций и внедрения технологий регулирования трафика.

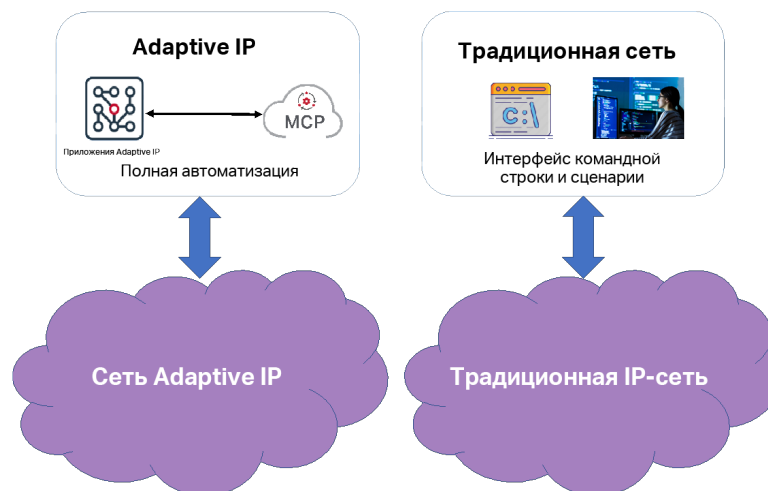


Рис. 3. Конфигурация сети Siena IP

Сравнение архитектуры сети приведено на рис. 4. Мы рассматриваем сеть, состоящую из колец доступа, колец предварительного агрегирования и колец агрегирования. Кольца доступа 10GE предназначены для поддержки базовых станций 4G и 5G. Рост трафика 5G требует наличия колец доступа 10GE. Кольца доступа подключаются к кольцам предварительного агрегирования 25GE, которые подключены к узлам агрегирования. Используются каналы агрегирования 100 GE. Предполагается наличие избыточных узлов предварительного агрегирования и агрегирования. Избыточные узлы предназначены для поддержки всего трафика в случае сбоя канала или узла. В рамках сравнения мы использовали одну и ту же сетевую архитектуру в обоих сценариях без скидок на стоимость традиционного маршрутизатора (стоимость традиционного маршрутизатора и маршрутизаторов Adaptive IP была одинакова). Все экономические преимущества непосредственно обусловлены инфраструктурой и оптимизацией операций решения Ciena Adaptive IP.

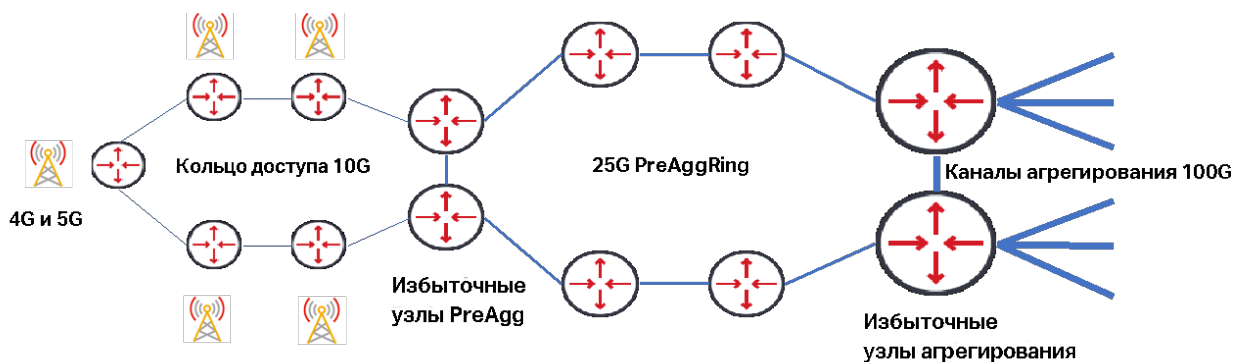


Рис. 4. Сравнение сетевых архитектур

Модель ССВ включает множество подробных предположений; основные предположения по размеру сети и росту трафика приведены в таблице 2.

Количество центральных станций и узлов сотовой связи	2021	2025
Базовые станции	20000	26000
Центральные станции предварительного агрегирования	2000	2600
Центральные станции агрегирования	250	250

Таблица 2. Основные предположения

Другим важным предположением в данной модели является средний объем трафика на узле сотовой связи. Ожидается, что в течение следующих пяти лет этот показатель существенно возрастет, поскольку в мобильной сети будут развернуты технологии 5G, массивы антенн с многоканальным входом и выходом (MIMO) и миллиметровые волны. В таблице 3 приведены предположения по трафику, используемые в модели.

Спрос	2021	2025	Среднегодовой темп прироста (CAGR)
Средний трафик на узел доступа	200 Мбит/с	2 Гбит/с	58,5 %

Таблица 3. Предположения о спросе

ПОКАЗАТЕЛИ ССВ

Ключевые результаты модели ССВ представлены в таблице 4 и на рис. 5. В таблице 4 приведены сводные данные по экономии капитальных затрат, эксплуатационных затрат и ССВ при использовании Adaptive IP в течение пяти лет. На рис. 5 показаны общие эксплуатационные и капитальные затраты за пять лет

для базового сценария без Adaptive IP и сценарий сравнения с Adaptive IP. В середине диаграммы показана общая экономия.

Тип расходов	Экономия за счет Adaptive IP
Капитальные затраты	23 %
Эксплуатационные затраты	32 %
Стоимость владения	26 %

Таблица 4. Экономия капитальных затрат, эксплуатационных затрат и ССВ за счет Adaptive IP в течение 5 лет

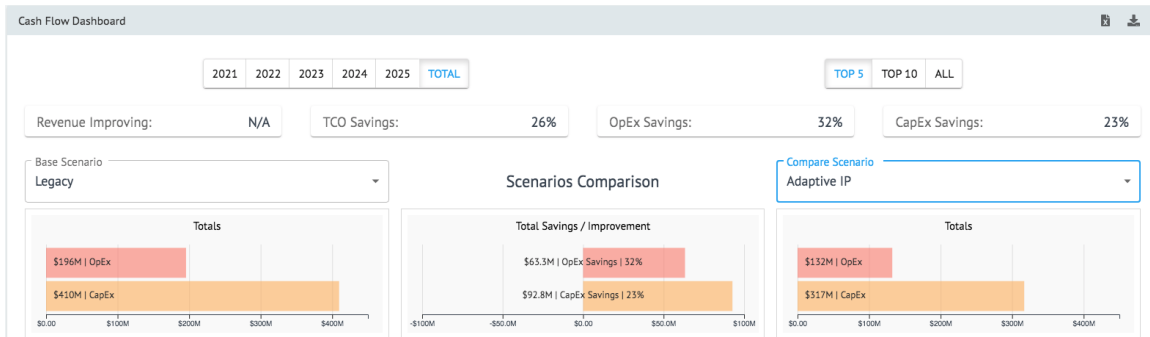


Рис. 5. Общие эксплуатационные и капитальные затраты в течение пяти лет на основе базового сценария без Adaptive IP

Ключевые области экономии капитальных и эксплуатационных затрат представлены на рис. 6 и рис. 7. На рис. 6 представлен общий пятилетний обзор капитальных затрат в базовом сценарии без Adaptive IP (слева), сценарий сравнения с Adaptive IP (справа) и ключевые области экономии (в середине).

Экономия капитальных затрат достигается в первую очередь за счет усовершенствованной технологии регулирования трафика и оптимизации каналов связи. Оптимизируя нагрузку трафика и поддерживая качество обслуживания для критически важных приложений, можно использовать каналы максимально эффективно, снижая требования к количеству маршрутизаторов, каналов и объему оптики. Обратите внимание, что основная экономия достигается на затратах на приобретение и установку маршрутизатора, интерфейса и оптики. Стоимость обеспечения экономии капитальных затрат — это стоимость решения Adaptive IP.

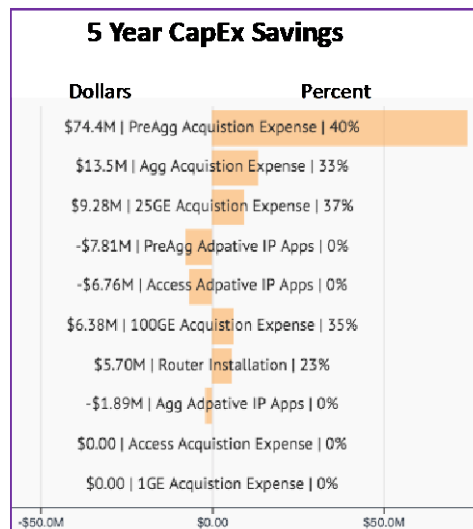


Рис. 6. Общий показатель капитальных затрат за пять лет в базовом сценарии без Adaptive IP

На рис. 7 представлен общий показатель экономии эксплуатационных затрат. Максимальная экономия эксплуатационных затрат достигается за счет поддержки маршрутизатора предварительного агрегирования. Сокращение расходов на поддержку, помимо прочего, обусловлено усовершенствованным регулированием трафика и оптимизацией каналов связи. Это позволило сократить количество маршрутизаторов и интерфейсов и, в свою очередь, снизить расходы на поддержку поставщиков. Сокращение количества маршрутизаторов и интерфейсов также привело к снижению расходов на электроэнергию, охлаждение и оснащение. Эксплуатационные затраты удалось снизить и в других ключевых областях, таких как:

- регулирование и планирование;
- реализация услуг;
- контроль качества обслуживания.

Факторы, лежащие в основе этой экономии, приведены в таблице 1.

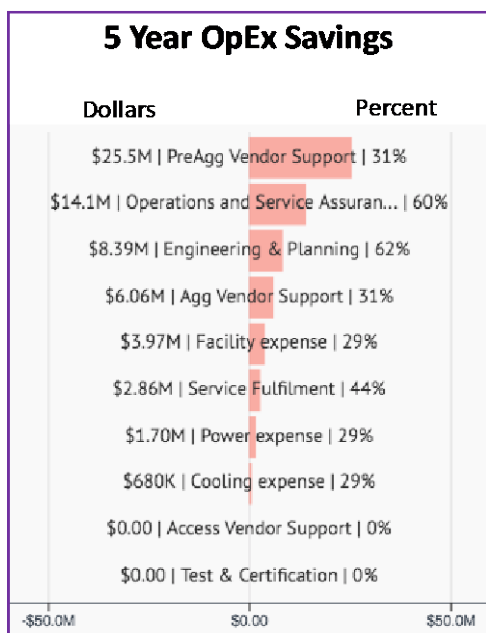


Рис. 7. Сокращение операционных затрат

СКОРОСТЬ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ И НОВЫЙ ИСТОЧНИК ДОХОДА

Несмотря на то, что сокращение капитальных и операционных затрат в сетях является ключевым приоритетом для поставщиков услуг, не менее важно и увеличить доход. Поставщикам услуг необходимо стать более гибкими, чтобы быстро предоставлять новые услуги и задействовать резервные сценарии в случае, если услуги окажутся недостаточно успешными. Операторы гипермасштабирования усовершенствовали эту бизнес-модель в среде облачных вычислений, и поставщикам сетевых услуг необходимо реплицировать ее при внедрении сетей 5G. Существует множество возможностей для развертывания новых услуг и получения прибыли:

- Услуги 5G
- Бизнес-услуги нового поколения
- Частные услуги 5G
- Услуги Edge
- Услуги Интернета вещей
- Облачные игры
- Сервисы подключения транспорта
- Услуги дополненной и виртуальной реальности

Гибкость и время выхода на рынок критически важны для поддержания конкурентоспособности поставщиков сетевых услуг. Мы ожидаем усиления конкуренции в этом пространстве по мере перехода операторов на 5G и периферийные вычисления. Adaptive IP обеспечивает автоматизированную и гибкую сеть, которая гарантирует гибкое обслуживание и ускоренную окупаемость.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интернет продолжает развиваться быстрыми темпами: объемы трафика растут, разнообразные устройства множатся, и все большее значение приобретают услуги со строгими требованиями к качеству обслуживания. В этом материале представлены основные требования к IP-сетям нового поколения. Также здесь рассматривается подход решения Ciena Adaptive IP к удовлетворению этих требований с параллельным снижением совокупной стоимости владения. Решение обеспечивает интеллектуальную автоматизацию на основе аналитики и регулирование трафика, позволяя поставщикам услуг создавать надежные IP-сети следующего поколения, от уровня доступа до уровня городских сетей, параллельно сокращая совокупную стоимость владения сетью. Модель совокупной стоимости владения ACG BAE показывает, что с помощью Adaptive IP поставщики услуг могут снизить совокупную стоимость владения сетью на 26 %, обеспечивая гибкость для быстрого развертывания новых услуг и получения новых доходов.

Компания ACG Research проводит углубленные исследования инноваций в области ИКТ и обусловленных ими преобразований. Компания исследует архитектурные и производственные разработки в различных сегментах рынка ИКТ. В материалах компании (подкасты, вебинары, отчеты различного формата) освещаются новаторы, первые пользователи и их решения. Компания проводит первичное исследование факторов, формирующих сегменты рынка, в которых она работает. Также она ведет углубленный анализ экономических и бизнес-кейсов в этой сфере. Ведущие игроки рынка часто ссылаются на подготовленные ACG прогнозы и отчеты о долях рынка. © 2021 ACG Research.