

# Платформа для конвергенции IP и оптики на основе существующих сетей

Ландшафт коммуникаций меняется коренным образом. Динамика рынка, связанная с изменением корпоративной облачной среды, а также с коммуникациями в жилом секторе и ЦОД, создает новые сценарии использования и открывает новые возможности для увеличения прибыли поставщиков услуг связи (CSP). Но в аспекте IP-сетей эти новые сценарии создают новые проблемы, обусловленные появлением новых схем трафика, переходом к виртуализированным и распределенным приложениям, а также потребностью в соединениях с более высокой пропускной способностью с меньшими задержками для конечных пользователей. Многие операторы в настоящее время рассматривают конвергенцию оптических/IP-сетей как часть стратегии модернизации IP-сетей, чтобы удовлетворить новые требования и реализовать более экономичную, отказоустойчивую и унифицированную сеть. Какие ключевые элементы необходимы для реализации преимуществ конвергенции оптических/IP-сетей? Универсального решения, которое отвечало бы всем требованиям, не существует, поскольку развитие архитектуры возможно лишь на основе конкретной рабочей среды того или иного ПУС. Конечная цель ясна. Это — более простая, оптимизированная конвергентная оптическая/IP-сеть, которая позволит ускорить обслуживание и откроет новые источники прибыли на основе 5G, IoT и граничных вычислений множественного доступа. Достичь этой цели можно разными способами.

## Что происходит на рынке?

Потоки клиентского трафика уверенно смещаются в сторону жилого сектора, что обусловлено распространением домашних офисов, многопользовательских игр и дистанционного обучения. Кроме того, предприятия ускоряют

цифровую трансформацию и переходят на виртуализированные сетевые функции (VNF) и облачные приложения, включая программно-определяемую глобальную сеть (SD-WAN). Тем самым они планируют сократить расходы. Все чаще реализуются проекты по развертыванию 5G: операторы оценивают варианты модернизации xHaul и планируют перейти с 4G на 5G.

Эти изменения способствуют оттоку трафика к периферии сети. На практике это означает, что вычислительные мощности потребуются размещать не централизованно, а с распределением. По мере приближения к периферии сети приложения, как и раньше, будут виртуализоваться, что позволит сократить задержки и повысить качество обслуживания (QoE) конечных пользователей. Точки подключения к облачным услугам и точки доступа потребуются разместить ближе к границе сети.

В результате многие поставщики услуг сегодня обсуждают создание новых точек доступа к городским сетям и точек доступа Edge Cloud. Также они изучают и новые технологии, поскольку им необходимо подготовиться к поддержке новых потоков трафика с экспоненциальным ростом количества новых услуг, которые им потребуются предоставлять в течение следующих нескольких лет. Стремясь модернизировать свои IP-сети, они оценивают конвергенцию IP/оптики в рамках своей стратегии. Более того, согласно недавнему исследованию, 87% поставщиков услуг считают конвергенцию IP/оптики важной и даже решающей для сетей нового поколения.<sup>1</sup>

## Проблемы традиционных сетевых архитектур

В чем смысл изменений? Основной проблемой традиционных городских сетей, сетей доступа и агрегирования является их статическая архитектура. Ранее для поддержки различных типов услуг и соглашений об уровне обслуживания (SLA), как правило, создавались отдельные сети доступа и агрегирования. При этом все потоки трафика перемещаются из сети доступа в городскую сеть в звездообразной конфигурации, а все сервисы поступают в городскую сеть независимо от пункта назначения.

Эта архитектура затрудняет размещение приложений ближе к зонам доступа и агрегирования, в результате чего сеть теряет гибкость, необходимую для поддержки распределенных услуг и приложений нового поколения. Кроме того, недостаточная автоматизация операций и аппаратная программ-

<sup>1</sup> Источник: Heavy Reading, «IP and Optical Convergence Survey», май 2021 г., n = 220

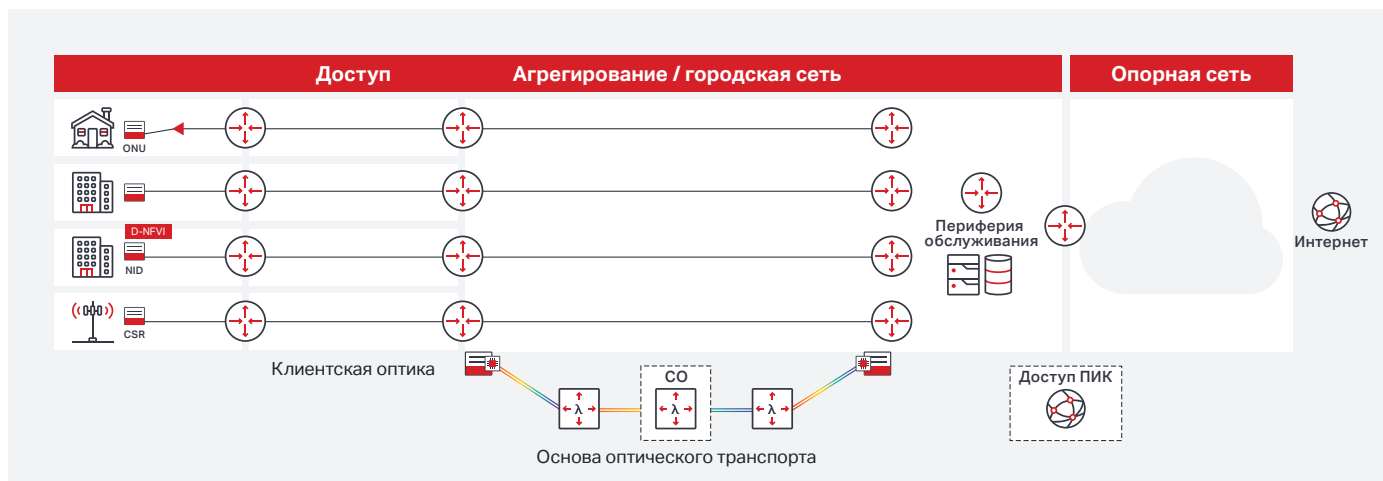


Рис. 1. Традиционная архитектура сети

руемость ограничивают гибкое перемещение потоков трафика по мере необходимости. В этих условиях необходима эволюция сети, которая позволит модернизировать существующие активы с использованием новейших технологических инноваций.

Что представляет собой  
конвергенция IP/оптики?  
Читать статью



### Потенциал конвергенции IP/оптики

Что представляет собой конвергенция IP/оптики? Какова ее роль в модернизации IP-сетей? Проще говоря, этот термин подразумевает оптимизацию и упрощение сетевых уровней, включая оптику (уровень 0) и IP (уровень 3).

Конвергенция оптических/IP-сетей имеет как аппаратные, так и программные аспекты, и некоторые из них весьма эффективно упрощают работу сети. В аппаратном аспекте новые технологические инновации в области когерентной цифровой обработки сигнала (DSP) и миниатюризации электрооптики способствуют интеграции когерентной оптики в платформы маршрутизаторов посредством компактных когерентных модулей. Передача данных на расстояние осуществляется с помощью фотонных линейных систем, обеспечивающих необходимую гибкость и стоимость для конкретных условий использования в сети; интегрированные интеллектуальные функции этих платформ имеют важное значение для упрощения развертывания и эксплуатации услуг.

Управление программным обеспечением, автоматизация и аналитика сегодня уже не просто желательны, а обязательны для успешного преобразования сети. Программная конвергенция включает многоуровневое управление в мультивендорной среде и оптимизацию ресурсов с помощью унифицированного интерфейса, который обеспечивает планирование, устранение сбоев, отказоустойчивость услуг и оптимизацию емкости.

Так чем же обусловлен весь этот шум вокруг конвергенции оптических и IP-сетей? Объединяя эти уровни сети, многие ПУС надеются реализовать ряд преимуществ, таких как повышенная автоматизация и простота эксплуатации, повышенная скорость обслуживания и надежность, снижение совокупной стоимости владения.

### Идеальная цель: конвергентная оптическая/ IP-архитектура, созданная с учетом требований нового поколения

Городская сеть будущего должна прогнозировать динамические уровни трафика, изменения потоков трафика и запросы на обслуживание, а также реагировать на них соответствующим образом. Кроме того, эта сеть должна служить основой для инноваций. Она должна обеспечивать быстрое подключение новых пользователей и приложений, вместе с тем поддерживая инновационные корпоративные услуги, такие как сквозное сегментирование сетей и «сеть в качестве платформы». Сеть должна предусматривать программирование и удобную настройку с возможностью доступа к функциональным возможностям сети через стандартные API, которые разработчики и конечные пользователи могут использовать для создания новых услуг и источников прибыли.

### Что представляет собой эта конечная концепция?

Поскольку IoT и новые приложения 5G стимулируют распространение конечных точек уровня 3, ПУС необходимо развивать свои сети доступа и агрегирования с инфраструктуры уровня 2 до уровня 3. В этих условиях плоскость управления уровня 3 распространяется на сеть доступа, что требует перехода к упрощенной сквозной передаче услуг через Ethernet VPN (EVPN) для отдельных услуг, а также маршрутизации по сегментам (SR) для отдельного транспорта. Современная ОС контейнерной IP-сети, поддерживающая современные протоколы и сервисы управления последнего поколения, обеспечивает оптимизацию операций, включая ускоренную модернизацию и окупаемость нового функционала.

Краеугольным камнем архитектур следующего поколения станет централизованный многоуровневый контроллер



Рис. 2. Будущий режим работы — идеальная реализация

SDN, который обеспечивает систему вычисления маршрутов (PCE) и расширенные сетевые приложения. Поточковая передача данных телеметрии и анализ сети направляют PCE и повышают эффективность операций. Они обеспечивают расширенные возможности визуализации, анализа и оптимизации услуг, а также автоматический расчет и обеспечение пути, упрощая тем самым работу пользователей. Открытые API предоставляют разработчикам сетевой функционал, позволяя быстро внедрять инновации и новые услуги. Кроме того, они обеспечивают простой доступ и интеграцию с устройствами сторонних производителей, что крайне важно для практического развертывания. Расширенные возможности IP-автоматизации также позволяют снизить эксплуатационные расходы, ускорить окупаемость и повысить качество обслуживания, сократив среднее время идентификации (MTTI) и среднюю продолжительность ремонта (MTTR).

Для поддержки услуг через общую инфраструктуру необходимо объединить отдельные сети доступа. В зависимости от предлагаемых услуг и текущей архитектуры сети объединение может потребовать комбинации технологий пассивного и активного доступа, таких как пассивная оптическая сеть (PON) и Ethernet, а также дальнейшей поддержки устаревших услуг, таких как уплотнение с разделением по времени (TDM), посредством экономичных компактных подключаемых модулей. Роль конвергенции оптических/IP-сетей на уровне доступа заключается в поддержке увеличенной емкости с контролем пространства и энергопотребления. Именно поэтому интегрированная когерентная оптика в IP-платформах постепенно начнет проникать в эту область сети, требуя наличия оптимизированных для доступа когерентных линейных систем.

Агрегационные и опорные городские сети должны поддерживать различные схемы трафика, поскольку маршрут от A до Z может потребовать большого количества переходов. Для этой части сети требуются специализированные маршрутизаторы, поддерживающие когерентную оптику с более высокой производительностью. Предусмотрен отдельный оптический транспортный уровень для постоянной эффективной поддержки существующих и новых услуг оптической транспортной сети (OTN) и широкополосных услуг по предоставлению длин волн. Наконец, для эффективного удовлетворения всех требований к полосе пропускания и обеспечения вариантов обхода непосредственно в опорной сети, для поддержки разгрузки IP-трафика с целью повышения масштабируемости сети и обеспечения возможности изменения конфигурации сети для простого расширения и эффективного использования ресурсов волоконно-оптических сетей требуется интеллектуальная гибкая платформа — перенастраиваемый оптический мультиплексор ввода-вывода (ROADM).

Принимая во внимание вышеизложенное, ПУС смогут в полной мере реализовать конвергенцию, учитывающую все требования их сетевой среды. Эта гибкая архитектура сможет быстро адаптироваться к новым потокам трафика и расширяться до уровня новых облачных сред, вместе с тем максимально увеличивая QoE и сдерживая расходы на распределенные услуги и контент.

Преобразование открывает новые возможности — если вы к ним готовы. [Читать блог](#)



## Сетевая реальность и актуальные проблемы

Все просто: самая большая проблема, с которой сталкиваются ПУС при переходе к конвергентной оптической/IP-архитектуре полной реализации, заключается в условиях текущей сетевой среды. Очень немногие ПУС обладают идеально чистой сетевой средой. Актуальные модели транспорта и услуг, развернутые аппаратные ресурсы, характеристики и доступность волоконно-оптических линий играют важную роль в любой стратегии модернизации IP-сетей. Все эти требования необходимо тщательно проанализировать и рассмотреть.

В процессе перехода поставщиков услуг к общей модели транспорта и обслуживания необходимо учитывать их исходные условия. Планы развития необходимо адаптировать к текущей сетевой среде. В некоторых случаях возможен революционный подход, тогда как в других лучше придерживаться плавной эволюции в соответствии с экономическими требованиями. По мере оценки текущей среды стандартных услуг и транспортных протоколов у ПУС нередко возникает необходимость обсудить адаптивную эволюцию сети. Ключевым фактором является сосуществование и совместимость протоколов — например, одновременная поддержка транспортного профиля многопротокольной коммутации на основе меток (MPLS-TP) и SR. По мере роста сети преимущества упрощения IP-сети по сравнению с репликацией текущей среды становятся очевидны.

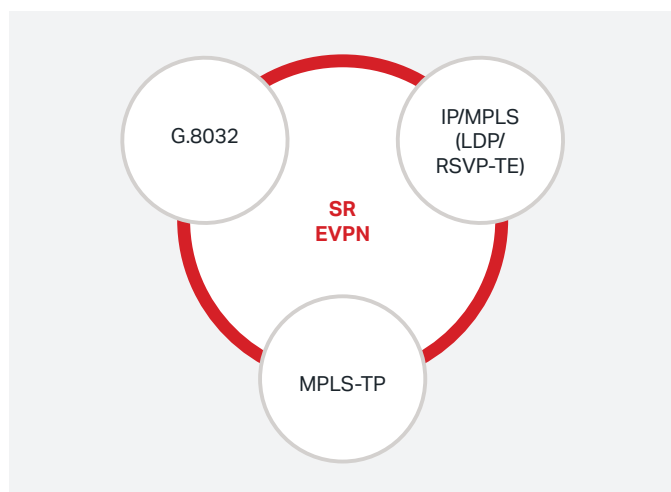


Рис. 3. Переход к общей модели транспорта и услуг

Кроме того, в конвергентной архитектуре существует несколько способов внедрения плоскости управления и автоматизации — от полностью распределенной (в устройствах) до полностью централизованной (в контроллере) без маршрутизации или сигнализации в сети. Между этими вариантами существует несколько смешанных альтернатив. Оптимальный путь развития необходимо тщательно спланировать.

## Интеллектуальный контроль и автоматизация

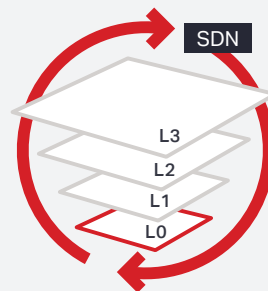


Рис. 4. Переход к централизованному многоуровневому управлению

В итоге технологию, обеспечивающую оптимальный выбор и наименьшую совокупную стоимость владения при развертывании, определяют конкретные потоки трафика от А до Z, характеристики и доступность волоконно-оптических линий, а также актуальные ресурсы маршрутизатора и фотонной инфраструктуры. Во-первых, необходимо определить, позволяют ли имеющиеся маршрутизаторы обеспечить рассеивание тепла, выделяемого при эксплуатации когерентных подключаемых модулей? Плотность коммутации при этом остается на прежнем уровне? Отрицательный ответ на любой из этих вопросов может помешать развертыванию когерентных подключаемых модулей в маршрутизаторах до развертывания платформ нового поколения. Тем не менее, сэкономить электроэнергию, пространство и средства за счет когерентных подключаемых модулей можно и в этом случае — путем их развертывания в транспортном оборудовании. Оптоволокно является ограниченным ресурсом? Если да, вероятно, в транспортном оборудовании следует использовать встроенную оптику с оптимизированной производительностью.

Совместимые когерентные подключаемые модули QSFP-DD обеспечивают множество преимуществ: они требуют минимум пространства, обеспечивают максимальную энергоэффективность и выбор поставщиков. С другой стороны, совместимые подключаемые модули QSFP-DD наиболее ограничены с точки зрения производительности. Более высокую производительность и расширенный охват можно обеспечить с помощью проприетарных когерентных подключаемых решений. Проектирование каналов связи в конкретной сети позволяет определить требуемый тип когерентных подключаемых модулей. Например, моделирование в среде городской сети одного из североамериканских операторов показало, что лишь ~20 % оптических каналов данных можно обеспечить посредством совместимых решений 400ZR, тогда как остальные ~80 % потребуют более производительной оптики — встроенной или подключаемой. В целом для определения оптимального решения когерентной оптики следует выполнить моделирование бизнес-кейсов с проектированием каналов в различных сценариях на период от 5 до 10 лет.



Рис. 5. Распределение запросов трафика по различным когерентным оптическим решениям

### Поэтапный эволюционный подход к конвергенции IP/оптики

Вполне может показаться, что перейти на конвергентную оптическую/IP-архитектуру попросту невозможно. Решение, однако, есть: небольшие шаги в рамках поэтапного подхода, направленные на реализацию эксплуатационных преимуществ модернизированной городской сети.

ПУС необходимо выполнить четыре ключевые задачи для определения оптимального маршрута к конвергенции IP и оптики (приведены в порядке возрастания уровня риска).

1. Оптимизация сети с помощью программного обеспечения. Используйте централизованное управление многоуровневой средой, чтобы оптимизировать качество обслуживания, емкость и сетевые ресурсы на уровнях IP и оптики. Интеллектуальный контроль многоуровневой среды повышает отказоустойчивость за счет улучшения видимости и осведомленности о совместных маршрутах на всех уровнях.
2. Внедрение новых технологий. Используйте новые, более экономичные технологии когерентной оптики, включая подключаемые модули, в имеющемся транспортном оборудовании или в новых когерентных маршрутизаторах по мере их развертывания в сети. Выберите когерентную оптику, которая обеспечит плавное развертывание, не потребует выезда специалистов и внесения изменений в фотонный уровень.

3. Оценка фотонного уровня. По мере расширения сети выберите открытую и гибкую фотонную линейную систему, способную поддерживать как простое расширение на новые узлы, так и развертывание новых экономичных оптических технологий, имеющих оптимальный масштаб для удовлетворения требований сети в отношении емкости и трафика.
4. Изменение архитектуры. Оцените влияние изменений в различных частях сети, таких как уровни доступа, агрегирования, городская сеть, и приступите к внедрению новой архитектуры в нужный срок.

ПУС совместно со своими специалистами необходимо выполнить оценку рисков/преимуществ различных вариантов. К анализу следует привлечь экспертов по планированию как оптических, так и IP-сетей. Они помогут выявить слабые места, которые один эксперт самостоятельно может не определить. Анализ с участием экспертов в области IP и оптических технологий, вероятно, выявит скрытые подводные камни, связанные с определенными технологическими/архитектурными решениями. Для некоторых сетей оптимальным подходом может стать частичная эволюция. Развитие архитектуры не имеет универсального подхода. Все определяется текущей сетевой средой ПУС и целями, которые преследует его бизнес.

## Подход Ciena Adaptive Network к конвергенции IP/оптики: готовность к эпохе распределенных услуг и контента

Непостоянная отраслевая среда стимулирует потребность в более быстродействующей и автоматизированной сети под управлением приложений. Этим требованиям в полной мере отвечает концепция Ciena Adaptive Network™ — это программируемая сеть, использующая автоматизацию, с опорой на политики на основании намерений и аналитические данные, что позволяет постоянно оценивать нагрузки на сеть и предъявляемые к ней запросы.

Adaptive IP™ — это основа подхода Ciena к конвергенции оптических/IP-сетей. Специализированные маршрутизаторы Ciena — более простые в плане конструкции, автоматизированные, открытые и экономичные — можно использовать для построения IP-сети, работающей в масштабе сетей нового поколения. Используя современную контейнерную операционную систему Service-Aware Operating System (SAOS), заказчики получают более простую автоматизированную IP-сеть от уровня доступа до городской сети, которая позволит выполнять тонкую настройку, ускорит внедрение инноваций и создание новых услуг с окупаемостью в кратчайшие сроки. Оперативная гибкость увеличивается благодаря открытым программным и аппаратным интерфейсам, поддерживающим современные основанные на стандартах протоколы, такие как SR и EVPN, с кодом, масштабируемым на физических и виртуальных платформах — от уровня доступа до опорной сети. Более простая плоскость управления и возможность программного расширения позволяют поставщикам услуг создавать гибкую архитектуру, позволяющую быстро интегрировать новых пользователей и приложения, легко перенаправляя потоки трафика в новые точки доступа.

Adaptive IP  
Узнать больше



Ciena WaveLogic™ Photonics предлагает оптимизированные для конкретных условий когерентные оптические решения, которые упрощают сети и снижают связанные с ними затраты, вместе с тем удовлетворяя требования клиентов к сети. Благодаря широчайшему спектру когерентных технологий пользователи могут выбрать оптическое решение, которое наиболее точно соответствует производительности, необходимой для конкретного сетевого приложения, будь то усиленные подключаемые модули 100G–200G меньшей емкости для приложений доступа, совместимые подключаемые модули 400G в формате QSFP-DD для приложений DCI в городских сетях, высокопроизводительные подключаемые модули 400G CFP2-DCO, которые могут работать в текущих городских сетях ROADMs, или встроенные оптические модули с максимальной производительностью, обеспечивающие наилучшую спектральную эффективность и пропускную способность оптоволокна. Благодаря непревзойденному опыту Ciena в области проектирования и создания сетей пользователи получают целый ряд преимуществ: более низкое энергопотребление, расширенный охват

с минимальной регенерацией, сокращение количества посещений узлов и упрощение сетевой среды в целом. Надежные отраслевые средства проектирования и планирования каналов связи обеспечат надежную работу сетей с прогнозируемой производительностью.

Оптические линейные системы Ciena спроектированы для работы в полностью автоматизированных сетях. WaveLogic Photonics предлагает расширенные возможности мониторинга и сетевые данные в режиме реального времени, которые можно направлять в восходящие контроллеры посредством открытых API. Встроенные интеллектуальные функции фотонного оборудования позволяют автоматизировать включение системы, характеристику волокна, точную локализацию сбоев на волокне и непрерывную оптимизацию системы в режиме реального времени на протяжении всего срока службы сети. Не менее важно то, что Ciena предлагает ряд открытых, деагрегированных линейных систем, соответствующих требованиям в отношении затрат и гибкости для конкретных сетевых приложений — от простых систем «точка-точка» до полностью гибких перенастраиваемых сетей ROADMs.

Решение Ciena Manage, Control and Plan (MCP), самый передовой в отрасли многоуровневый контроллер доменов, обеспечивает унифицированный интерфейс для согласования рабочих процессов на уровнях от 0 до 3, реализуя многоуровневую оптимизацию. С MCP интегрируются передовые приложения, обеспечивающие интеллектуальное управление сетью для упрощения и автоматизации сложных задач, необходимых для оптимизации многоуровневой производительности. Начиная с уровня 3, приложения Ciena Adaptive IP обеспечивают мультивендорную аналитику производительности с учетом услуг и маршрутов IP/MPLS с помощью автоматизированной системы PCE для формирования трафика SR (SR-TE). Эти возможности значительно повышают надежность IP-услуг, ускоряя выявление и устранение проблем с производительностью. На уровне 0 приложения Liquid Spectrum™ обеспечивают аналитику и визуализацию в реальном времени на программируемом фотонном уровне Ciena и в сторонних линейных системах, чтобы пользователи могли реагировать на требования к динамической полосе пропускания в реальном времени для увеличения пропускной способности сети и доступности услуг.

Приложения MCP  
Смотреть видео



Заказчикам, нуждающимся в программном обеспечении без ограничения уровнями 0–3, ПО Blue Planet® Intelligent Automation предлагает сквозную автоматизацию жизненного цикла услуг в нескольких доменах, а также в мультивендорных сетях.

Ciena также предоставляет профессиональные услуги силами экспертов в комплексной модернизации сети. От первоначальной разработки стратегии до внедрения и постоянного управления — эксперты Ciena Services оказывают поддержку клиентам на всех этапах жизненного цикла сети.



Рис. 6. Подход Ciena Adaptive Network к конвергенции IP/оптики

Ландшафт коммуникаций быстро меняется. Новые приложения и сценарии использования, обусловленные изменением динамики рынка предприятий и жилого сектора, распространением 5G и облачных сред, открывают новые возможности для увеличения прибыли поставщиков услуг. Конвергенция оптических/IP-сетей позволяет операторам использовать эти новые возможности посредством более экономичной и устойчивой IP-сети. Однако развитие архитектуры не имеет универсального подхода. Все определяется текущей сетевой средой ПУС.

Новый подход к реализации IP на базе Adaptive IP WaveLogic Photonics — лидирующее решение. Самый передовой контроллер доменов в отрасли. Конвергентные оптические/IP-решения Ciena создаются на основе существующих сетей, эволюционируя до уровня более оптимизированной программной инфраструктуры, которая послужит основой для инноваций в эпоху новых распределенных услуг и контента.

Этот материал был полезен?