



COMMScope®

ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ  
УСТРОЙСТВА  
БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ  
ВНУТРИ ЗДАНИЙ

# Оглавление

## Глава 1

IBW – что это, как это было, и почему это важно ..... 3

## Глава 2

Проблемы и трудности на пути IBW.  
Почему IBW будет широко распространяться ..... 8

## Глава 3

Будущее решений IBW ..... 15

## Глава 4

Выбор решения IBW с учетом ваших потребностей ..... 20

## Глава 5

Возможности использования технологий DAS и малых ячеек ..... 25

## Глава 6

Использование нелицензируемых частот в решениях IBW ..... 30

## Глава 7

Когда Wi-Fi достаточно, а когда нет ..... 35

## Глава 8

Развертывание IBW ..... 40

## Глава 9

Финансирование проекта вашей системы IBW ..... 47

## Глава 10

Будущее вашей системы IBW ..... 52

# ГЛАВА 1



# IBW

## Что это, как это было, и почему это важно

### Как все начиналось

Когда в 1980-х годах на рынке успешно дебютировали первые беспроводные телефоны, одним из главных препятствий, с которыми они столкнулись (если не считать их большие размеры и вес), был тот факт, что мобильная связь внутри помещений оказалась сильно затруднена или вообще невозможна. Сеть сотовой связи с ее крупноразмерными ячейками оказалась неспособной к проникновению через стены и окна. Первые попытки создания решений для беспроводной связи внутри зданий (In-Building Wireless, IBW) были сделаны еще в те времена, когда первые сотовые телефоны не могли отправить или принять вызов, находясь даже в просторных солнечных вестибюлях со стеклянными стенами.

Чтобы пользоваться беспроводной сетью внутри здания, нужно «принести сеть с собой» – или хотя бы ее часть. Решения IBW имеют в своем составе ряд различных технологий, каждая со своим собственным применением. Мы не будем подробно останавливаться на различиях или технических подробностях работы различных решений IBW (в главе 5 мы рассмотрим только две основные группы этих решений – распределенные антенные системы и малоразмерные ячейки). Однако для начала достаточно сказать, что все решения IBW спроектированы в первую очередь и главным образом так, чтобы дополнять крупноразмерную беспроводную сеть путем развертывания сетевого покрытия в определенных зонах внутри помещений и обеспечивать «бесшовные» сетевые соединения для людей, находящихся в них.

### IBW – это не Wi-Fi

Важно отметить, что решения IBW – не то же самое, что Wi-Fi. Хотя у них есть некоторое внешнее, поверхностное сходство в том, как они выполняют свои функции, существуют радикальные различия в их проектировании, развертывании и управлении.

Эти различия будут освещаться на протяжении всего последующего материала данной книги. Однако, поскольку это может интересовать пользователей беспроводной сети, следует сказать, что в основном различие сводится к использованию сотовой сети (3G, или, в более общем случае, сети 4G/LTE) для подключения с целью передачи голоса и данных вместо использования сервиса Wi-Fi на их собственных устройствах.

Чтобы лучше понимать это различие, обратимся к истории и посмотрим, как развивались беспроводные коммуникации потребительского уровня, начиная с первых устройств, похожих на кирпичи, а также изучим, как операторы беспроводных сетей (например, компании AT&T, Verizon и Vodafone, среди многих других), владельцы и менеджеры предприятий решали проблемы своих потребностей в IBW.

### IBW: краткие сведения

В отличие от решений IBW, технология Wi-Fi ограничена нерегулируемым и нерегулируемым спектром частот. Кроме того, Wi-Fi не настолько хорошо подходит в качестве гибкого решения для голосового трафика, как решения IBW, имеющие интерфейс с макро-ячейками сети. Однако уже сейчас имеются решения IBW, позволяющие обеим платформам работать на единой, совместно используемой кабельной инфраструктуре. В следующих главах мы рассмотрим их сходство и различия более подробно.



## Эволюция беспроводных сетей и IBW

Решения IBW с самого начала проектировались для маршрутизации трафика голосовой связи и данных в крупноразмерные сети операторов беспроводной связи (этот процесс называется транспортом трафика), поэтому эти решения развивались вместе с самими беспроводными сетями.

Первые решения IBW имели в своем составе репитер для приема/передачи трафика непосредственно из эфира/в эфир, устанавливаемый на крыше здания и соединенный коаксиальным кабелем с пассивной распределительной сетью, которая через него передавала сигналы изнутри здания наружу и наоборот. Такие решения использовались в зданиях с просторными внутренними помещениями, например, в аэропортах.

Первоначально предполагалось, что решения IBW станут широко распространенными в коммерческой, промышленной отрасли, в индустрии развлечений и других крупных системах, например, в электро- и водоснабжении. Однако, поскольку это решение с распределенными антенными системами (Distributed Antenna Systems, DAS) оказалось трудным для оптимизации и дорогостоящим в инсталляции, его практические применения были довольно ограниченными. Первоначально только операторы беспроводных сетей могли предлагать решения IBW. Владельцы зданий, менеджеры и архитекторы не имели прямого контроля над опциями IBW. Однако развитие шло стремительными темпами, и к настоящему времени эти обстоятельства сильно изменились.

Когда единственным источником решений IBW были сетевые операторы, они делали расстановку приоритетов на основе возможностей и различий в стоимости. В некоторых случаях государственные контрольно-надзорные органы требовали, чтобы такие системы поддерживали частоты, выделенные для аварийно-спасательных служб. В других случаях финансовые выгоды от проекта не были достаточными для покрытия инвестиций оператора, и приходилось отказываться заказчикам.

На протяжении многих лет развертывание IBW происходило в некоторых отдельных местах, но финансовые, юридические и контрактные проблемы ограничивали их появление в качестве практического решения, как решения, предоставляемого оператором. Казалось, что IBW никогда не сможет достичь критической массы, необходимой для реальных изменений на рынке.

## IBW: краткие сведения

Беспроводные коммуникации прошли длинный путь за короткое время. Этапы их развития принято считать по поколениям стандартов и обозначать буквой G (от англ. Generation – поколение).

- 1G был первым массово принятым стандартом беспроводных коммуникаций, появившимся в 1979 г. в Японии и распространившимся в 1980-х годах во всем мире. Этот стандарт аналоговой связи вышел из употребления в конце 1990-х годов.
- 2G был первым стандартом беспроводной связи с цифровым кодированием, который появился в начале 1990-х годов и широко использовался в США примерно до 2010 года. Он до сих пор все еще широко используется в некоторых странах мира.
- С принятием стандарта 3G в конце 1990-х годов были введены широкополосные цифровые сети, которые обеспечили легкий доступ в глобальную сеть Internet. Хотя в США этот стандарт был массово вытеснен стандартом 4G/LTE, он продолжает наиболее широко использоваться в Европе.
- 4G/LTE использует более эффективную схему модуляции для расширения полосы пропускания, повышения скорости и ввода в действие новой функциональности для онлайн-устройств. По иронии судьбы одним из сервисов, которые он, вообще говоря, не обслуживает, является голосовая связь.
- Стандарты 5G на момент написания данного материала еще не полностью определены. Ожидается, что в них будут предложены скорости свыше 1 Гбит/с и более низкая задержка, которые необходимы для многих развивающихся приложений, таких как дистанционная хирургия, автомобили без водителей и устройства «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT). Эксперты согласны с тем, что присутствие 5G на рынке значительно возрастет в 2020-х годах.



## Появление IBW

Когда в конце 1990-х и в начале 2000-х годов операторы беспроводных сетей полностью приняли стандарт 3G, взрывоподобный рост требований для новых возможностей Internet радикально изменил положение на поле игры. Стадионы были до краев заполнены ярыми фанатами, которые теперь могли загружать фото и просматривать Internet прямо со своих скамеек на трибунах, и это приблизило систему к пределам ее возможностей.

Взросшая нагрузка стала слишком велика, и сети 3G уже не могли справиться с ней. Сетевое покрытие в зоне обслуживания нарушалось, в результате чего простои длились по несколько часов, а иногда и дней. Перебои в работе сети могли продолжаться длительное время и после окончания игры, хотя стадион уже был пустым, и фактическая потребность в сетевых подключениях была близка к нулю. Это послужило отличной причиной для развития IBW.

В это время на стадионах начали появляться распределенные антенные системы (Distributed Antenna Systems, DAS), спроектированные специально для обработки очень изменчивых пиковых объемов запросов на подключение, происходивших в дни игр. Хотя они хорошо справлялись с технической стороной проблемы, с точки зрения бизнеса решение не было достигнуто. Поскольку DAS не имеет своего собственного РЧ-оборудования, для своей работы она должна быть подключена непосредственно к крупно-размерной базовой сети оператора – то есть, к базовой сети конкретного оператора.

При наличии множества популярных операторов на большинстве рынков представлялось разумным работать совместно над созданием платформ DAS сразу для многих операторов, которые могли бы обрабатывать трафик, поступающий от болельщиков на трибунах, независимо от конкретного оператора, абонентами которого являлись эти болельщики. Группа национальных операторов начала продвигать эту инициативу в 2010 году, но из-за юридических проблем и трудностей практической реализации этот альянс распался в 2014 году, и в результате вместо IBW преимущество получили другие приоритеты.

## IBW: краткие сведения

Компания CommScope участвовала в разработках и внедрении систем IBW с самого начала. Нам было предоставлено почетное право создания технических решений для десятков мест проведения крупных мероприятий в мире, в том числе:

- 24 из 31 стадиона Национальной футбольной лиги в США
- 6 из 10 самых загруженных аэропортов в мире
- Территориально разбросанная инфраструктура Летних Олимпийских игр 2012 года в Лондоне

## Прыжок в современность

### Почему мы теперь уже не набираем номер телефона

Для операторов беспроводной связи решения IBW теперь уже не являются частью ядра их моделей бизнеса. Они продолжают развертывать эти решения в некоторых ограниченных случаях, но установление долгосрочных соглашений между множеством операторов может быть трудным процессом. Тем временем, однако, растущие потребности, сопутствующие принятию LTE, и повышение концентрации пользователей в пространствах внутри зданий только ускоряют свой рост. Проблемы растут быстрее, чем возможности операторов справиться с ними.

Благодаря новым решениям, упрощающим развертывание, оптимизацию и эксплуатацию, IBW быстро становится инициативой самих предприятий и компаний, так как владельцы зданий, менеджеры и архитекторы заинтересованы восполнить этот пробел. Этот сдвиг имеет большое значение; чтобы понять его причины, давайте рассмотрим, почему люди больше уже не используют телефоны с вращающимся диском для набора номера. Это связано с тем, кто владеет оборудованием и кто предоставляет сервис.

- Взглянем на 1950-е годы, когда телефонные компании владели не только линиями телефонной связи, но и телефонной проводкой внутри жилых домов или офисов. Им принадлежал даже телефонный аппарат, абонентам же был предоставлен только выбор настольного телефона с диском номеронабирателя, либо вариант такого же телефона с установкой на стене. Инновации развивались очень медленными темпами.
- В начале 1980-х годов положение изменилось. Абоненты уже могли купить себе собственный телефон, а телефонная сеть могла поддерживать его работу. Абонент сам отвечал за свой телефон, и уже мог выбрать модель, исходя из своих личных потребностей. Многие компании соперничали друг с другом за покупателей телефонных аппаратов.
- В дальнейшем телефонные компании переложили на потребителей также и ответственность за телефонные кабели внутри зданий. Опять же, они были рады оказать содействие и поддержку, но управление этой инфраструктурой уже стало областью деятельности владельцев зданий.

**Эта эволюция тесно связана с развитием IBW и ее переходом под управление предприятий. Поскольку операторы не могут развертывать IBW в каждом здании, владельцам зданий приходится решать, нужна ли им система IBW, и какой тип будет самым лучшим для их случая. Принимая на себя владение инфраструктурой, и подключаясь к одной или более базовых сетей операторов, владелец, менеджер или архитектор получает доступ к целому ряду опций.**

## IBW: краткие сведения

На основе практического опыта было выведено эмпирическое правило для реальной удельной стоимости инсталляции современного решения IBW:

**Стоимость типичного решения IBW, такого как DAS или малоразмерные ячейки, составляет примерно \$1 на каждый квадратный фут, при этом ожидаемый срок службы этого решения будет около 10 лет.**

Сравните это с недорогим промышленным синтетическим напольным покрытием, которое стоит около \$3 на каждый квадратный фут, и имеет примерно такой же срок службы.

## Новые решения: что получается в итоге

Технические решения IBW, которые мы обсуждаем здесь, являются более легкими в инсталляции и менее дорогостоящими, чем когда-либо прежде. Фактически современные решения IBW улучшились по сравнению с предыдущими поколениями примерно в такой же степени, в какой iPhone 7 улучшился по сравнению с настенным телефоном с дисковым номеронабирателем, который, если помните, был когда-то на кухне у ваших родителей.

Для владельцев зданий и менеджеров самая большая проблема состоит в том, чтобы определить, какие решения IBW лучше всего подходят для их конкретных потребностей.

- Распределенные антенные системы (DAS) лучше подходят для крупных сооружений с большой изменчивостью объема запросов. Они также обеспечивают поддержку множества операторов, поскольку у них нет своего собственного радиосточника. Отсутствие интеграции означает менее длительные сроки утверждений и согласований с операторами.
- Малоразмерные ячейки работают подобно макро-ячейкам малого размера и обеспечивают полное решение, в том числе выделенную радиосистему. Они отлично подходят для малых зон, обеспечивая исключительно высокое качество обслуживания (QoS) и являются менее дорогими в инсталляции. При использовании некоторых опций прокладки кабеля передачи данных, например, категории 6A, они позволяют осуществить наложение сети Wi-Fi, работающей с использованием той же самой инфраструктуры. Однако из-за их выделенного радиосточника может быть затруднена интеграция в случае с несколькими операторами, поэтому малоразмерные ячейки лучше подходят для развертывания в условиях работы единственного оператора.

Более подробное сравнение этих решений будет приведено в главе 5.

## Инвестиции в IBW, сделанные в прошлом, повышают ваши возможности в будущем

Происходя из потребности предоставить беспроводные соединения повсюду, решения IBW выросли в тени технологий сотовой связи, хотя никогда не отставали слишком далеко от них.

Постоянная проблема обеспечения прозрачных, высокоскоростных сетевых соединений высокого качества там, где люди проводят большую часть своего времени – внутри помещений – остается движущей силой инноваций в технологии IBW и в наше время. Конечно, подобно любой другой технологии, IBW приходит со своими достоинствами и недостатками, которые мы рассмотрим в следующей главе.

## Краткие итоги главы 1

- В отличие от Wi-Fi, IBW обеспечивает беспроводную передачу данных и голосовую связь внутри помещений.
- Рост и развитие IBW отражает постоянно возрастающую потребность в улучшении беспроводных сетей внутри помещений.
- История строгого контроля над инфраструктурой со стороны операторов показывает путь инноваций в новой эре, где контроль принадлежит предприятиям.
- Современные решения устраняют многие барьеры на пути к экономически эффективным и гибким системам.



# ГЛАВА 2



# Проблемы и трудности на пути IBW

## Почему IBW будет широко распространяться

Для пользователей беспроводные соединения выглядят такими же доступными, как вода, электроэнергия и газ

«Беспроводная революция», происходившая в течение последних 20 лет, была в некотором роде одним из самых тихих и незаметных событий новейшей истории. Вспомним, насколько быстро и легко пользователи беспроводных сетей восприняли как реальность фантастические мечты прошлых десятилетий о всеобщей доступности сети через недорогие устройства карманного размера. В течение жизни менее чем одного поколения весь мир перешел от обычных телефонов, привязанных к кабельной телефонной сети, к беспроводной связи, доступной круглосуточно и практически повсеместно.

Единственным, что росло гораздо быстрее, чем развитие беспроводных сетей, были ожидания пользователей в отношении быстрого доступа и надежных, высокоскоростных соединений. Когда оказалось, что в сотовых сетях могут быть мертвые зоны, это было воспринято с удивлением и разочарованием. Потерянный телефонный вызов приводил пользователей в замешательство, иногда доходило даже до скандалов. Являясь еще очень юной технологией, сотовая связь уже культивировала всеобщие ожидания ее всездесущности, отличного качества и высокой скорости передачи, в том числе внутри помещений – и эта тенденция будет только возрастать в новом тысячелетии.

По этим причинам многие считают, что IBW также является одним из современных удобств, таким же обычным, как электричество и водопровод. Пользователи не хотят знать, как и где проложены кабели или трубы. Они просто ждут удобного, незаметного как воздух, и такого же повсеместно присутствующего доступа к беспроводной сети.

## Одного лишь Wi-Fi недостаточно

Широко распространенным является неправильное представление, что IBW – это просто другое название для Wi-Fi. В конце концов, при входе в здание пользователь первым делом проверяет, есть ли здесь доступная сеть Wi-Fi. Вообще говоря, сеть Wi-Fi не предназначена для переноса трафика сотовой сети (за некоторыми исключениями, как мы увидим далее в главе 6). Данные голосовой связи по-прежнему обрабатываются крупноразмерной сотовой сетью. Хотя технология Wi-Fi может быть полезной, например, для ускорения загрузки веб-страниц на смартфон, она не способна, и не предназначена для преодоления проблем мертвых зон сотовой сети, которые встречаются внутри зданий и сооружений.

Крупноразмерная сеть спроектирована для покрытия широких участков наружного пространства, но радиоволны на частотах сотовой сети с трудом проникают внутрь зданий. Некоторые строительные материалы, например, специальное энергосберегающее оконное стекло на самом деле разработаны с целью отражения излучения, в том числе радиочастотных сигналов. Всем известны проблемы с качеством обслуживания (Quality of Service, QoS), которые часто встречаются в подземных помещениях, например, в подвалах для паркинга автомобилей.

Кратко говоря, хотя технология Wi-Fi имела очень большое значение в обеспечении традиционных сетевых соединений в помещениях до настоящего времени, по мере роста будущих требований к пропускной способности ее возможностей будет явно недостаточно. Именно поэтому специально предусмотренное техническое решение IBW должно стать важнейшим приоритетом для владельцев и руководителей предприятий, зданий и сооружений. Такое решение должно выполняться на стадии архитектурно-проектных разработок для всех новых промышленных предприятий и коммерческих зданий и сооружений.

Проблемы выбора правильного соотношения между Wi-Fi и IBW будут рассмотрены более подробно в главе 7.

## IBW: краткие сведения

Проблемам покрытия сотовой сети внутри помещений традиционно не уделялось должного внимания.

- 80 процентов беспроводных коммуникаций исходят из помещений, но...
- 98 процентов коммерческих / производственных площадей не имеют специального технического решения IBW.



## Ожидания клиентов, арендаторов и сотрудников

Растущая потребность в специально выделенных решениях IBW поддерживается в основном теми, кто работает, живет или пользуется обслуживанием внутри зданий и сооружений. Покупатели, арендаторы и служащие хотят, чтобы внутри зданий было надежное покрытие сотовой сети, но у владельцев зданий или предприятий слишком мало или вообще нет возможностей требовать этого от местных операторов беспроводных сетей, а сами они практически не имеют опыта решения подобных проблем. Одной из самых крупных проблем в отношении IBW является то, что многие вообще даже не знают, чего они не знают. Даже для тех, кто активно ищет какое-либо решение IBW, проблема осложняется неопределенностью финансирования в условиях предприятий малых или средних размеров.

## Отношение к IBW меняется, но проблемы остаются

Опросы среди 600 менеджеров зданий и сооружений, руководителей предприятий и архитекторов, проведенные в США, Великобритании, Франции и Германии в 2016 году компанией Coleman Parkes Research при поддержке CommScore, выявили некоторые интересные точки зрения на современное восприятие IBW.

Смущение и замешательство вызывает, в основном, только один вопрос – как практически реализовать настоящее решение IBW. В отличие от Wi-Fi, решение IBW должно взаимодействовать с крупноразмерными сетями сотовых операторов – и это лишь одна из множества проблем.

### Количество ответивших, согласных со следующими утверждениями (в %):



Рисунок 1: Результаты опроса среди 600 человек в 2016 году.

Источник информации: CommScope In-Building Wireless Survey Report; February 2016



## Проблема: анализ стоимости/выгод

Это обычно одна из первых проблем, с которыми встречается владелец здания, управляющий зданием или архитектор. Хотя современные решения позволили упростить развертывание систем IBW и снизить их стоимость, они продолжают считаться значительными инвестициями, которые следует распределять между владельцами, арендаторами или будущими арендаторами зданий.

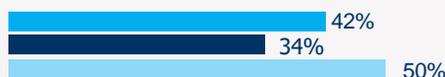
Хотя количественную оценку преимуществ от внедрения IBW трудно сделать абстрактно, без привязки к конкретной ситуации, однако наш опрос об отношении к внедрению IBW (рисунок 1) показывает, что в среднем 84 процента отвечавших уверены в росте производительности труда сотрудников в результате внедрения сплошного покрытия сотовой сети внутри зданий. Архитекторы считают, что главные препятствия для внедрения решений IBW в проектах заключаются в их стоимости и сложности. Всего лишь 16 процентов ответов ссылаются на недостаточную высокую потребность в решениях IBW у клиентов.

## Мнения архитекторов о проблемах, возникающих при рассмотрении инсталляции сети IBW:

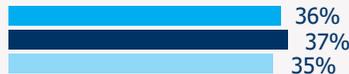
Стоимость их внедрения обычно является слишком обременительной для клиентов



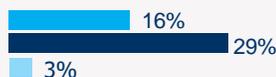
Строительные нормы и правила не содержат положений о выделенных сотовых сетях



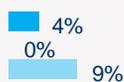
Недостаток знаний и опыта в нашей команде для выполнения/правильного понимания требований



Недостаточная потребность у клиентов



Никаких особых препятствий – просто это не настолько важно по сравнению с другими требованиями



■ Всего  
■ США  
■ Европа

Рисунок 2: Препятствия для включения решений IBW в проекты зданий и сооружений  
Источник информации: CommScope In-Building Wireless Survey Report; February 2016

## Вызов: кто на него ответит?

Опрос выявил, что только один из пяти участников считает, что владелец, менеджер или архитектор должен отвечать за обеспечение покрытия сотовой сетью внутри зданий. Большинство уверено, что отвечать за решение этой проблемы должны операторы беспроводных сетей. Некоторые операторы беспроводных сетей предлагают и поддерживают небольшой ряд решений IBW, но эти решения ограничены трафиком, проходящим через их собственную сеть. Поскольку имеет место множество глобальных операторов с десятками миллионов пользователей, такие решения не подходят на длительную перспективу.

По мере роста проблемы все большее давление будут испытывать владельцы зданий, их управляющие и архитекторы, которые должны поддерживать все остальные аспекты проектирования, эксплуатации и технического обслуживания. Возрастает роль и значение сторонних поставщиков услуг, как некоторого промежуточного звена между владельцами и операторами беспроводных сетей, так как они могут содействовать подключению ко многим операторам. Однако, чтобы оставаться экономически эффективными, им лучше всего подходит реализация своих услуг только в крупномасштабных проектах.

При развертывании в небольших и средних проектах прибыль просто не может достичь равновесия с затратами, и это заставляет владельца здания, сетевого оператора или архитектора пытаться строить свои собственные решения, способные взаимодействовать с множеством операторов беспроводных сетей. Мы рассмотрим эти случаи более подробно в главе 4.

## Насколько важно предоставление покрытия сотовой сети для ваших арендаторов и их посетителей?

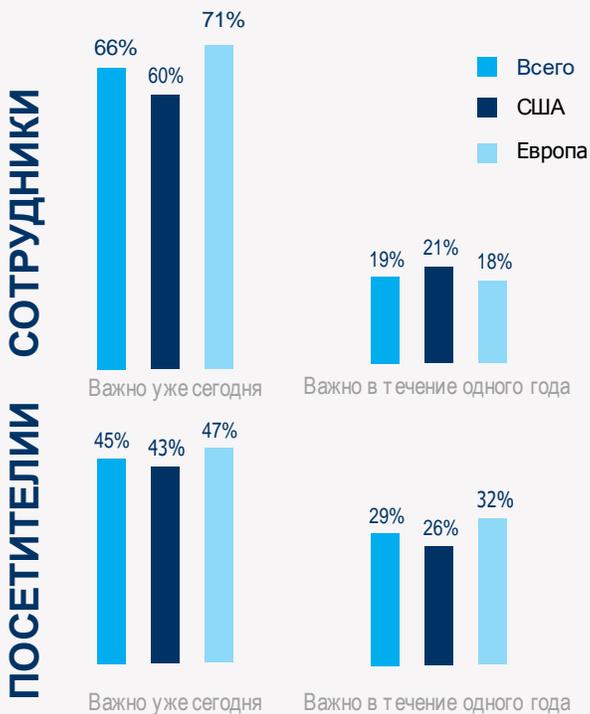


Рисунок 3: Важность предоставления покрытия сотовой сети  
Источник: CommScope In-Building Wireless Survey Report;  
February 2016





## Проблема: преодоление сложности

Развертывание Wi-Fi в большинстве случаев является реализацией решений типа «подключай и работай» (plug-and-play), которые используют нелицензируемые частоты и не требуют труда квалифицированных специалистов при установке. В отличие от этого, развертывание систем IBW может быть сложным и трудным в реализации. Поскольку решения IBW взаимодействуют с крупноразмерными сетями беспроводных операторов, они должны удовлетворять более строгим требованиям и использовать лицензируемые частоты. Это требует инфраструктуры, в состав которой входит специализированное PC-оборудование и кабельная система, а также требует привлечения высококвалифицированных специалистов для установки.

Кроме того, каждый владелец или арендатор здания, скорее всего, будет иметь свои собственные желания и требования к IBW. Развитие стандартов беспроводных сетей также вносит неопределенность с точки зрения совместимости в будущем. Например, сейчас, когда на горизонте уже явно видны сети 5G, ограничивающий фактор сложности становится еще более важным. Мы рассмотрим эти проблемы более подробно в главах 6 и 8.

## Проблема: обеспечение эффективного транспорта

Транспорт (транспортная сеть) – это общий термин, описывающий механизм сети для транспортировки агрегированного сотового трафика в ядро сети и из него. В крупноразмерной беспроводной сети операторы обрабатывают трафик, направляя его через широкополосные волоконно-оптические кабели с низкой задержкой или через направленные микроволновые антенны в соединениях «точка-точка». В зданиях небольших и средних размеров ни одна из этих опций не является экономически эффективной и практичной, при этом также возникает проблема связи всех таких пользователей внутренней сотовой сети с внешним миром.

В результате новейших разработок было получено значительное упрощение транспорта, позволяющее пропустить эти жизненно важные сетевые соединения в более крупную сеть, используя стандартную кабельную инфраструктуру, или даже через более экономичные волоконно-оптические кабели, не требующие специальных работ при установке. Имеются также гибридные медные и волоконно-оптические кабели для питания и передачи данных к удаленным устройствам в одном экономичном кабельном канале.

Переход к стандартным кабелям, например, категории 6A, для скоростей до 10 Гбит/с особенно обнадеживает, так как это является важным шагом на пути к подлинной конвергенции инфраструктуры – способность управлять множеством сетей и сетевых сервисов на одном физическом уровне. Мы рассмотрим эти и другие аспекты более подробно в главе 3.

## Вывод: IBW – технология, которая меняет правила игры

Подобно Wi-Fi во время ее первого появления на рынке, IBW является шагом вперед в вопросах удобства использования и производительности работы беспроводных сетей. Значительное снижение латентности беспроводной сети и увеличение полосы пропускания, которые предоставляет решение IBW и, в результате, удовлетворение пожеланий и требований владельцев зданий, потребителей и сотрудников, положительно воздействует на все аспекты стоимости владения и эксплуатации недвижимости.

Этот зрелый, сложившийся потенциал является убедительной причиной для заблаговременного инвестирования уже сейчас. В апреле 2016 года вышел отчет компании Mobile Experts LLC, в котором был рассмотрен ряд случаев практического использования IBW и показано, что развертывание IBW, при условии правильного масштабирования и обеспечения, более выгодно для предприятий, чем для операторов беспроводных сетей. На самом деле даже для малых и средних предприятий вопрос заключается уже не в том, нужно ли внедрять специальное выделенное решение IBW, а в том, какую выбрать систему и каким образом ее внедрить.

Как и любые важные инвестиции, IBW требует вдумчивого стратегического планирования и эффективной реализации, чтобы обеспечить максимальную отдачу на длительный период. Поэтому в следующей главе мы рассмотрим более внимательно перспективы IBW.

## Краткие итоги главы 2

- Подключение к сотовым сетям – это новая «коммунальная услуга». Люди уверены, что она должна предоставляться повсюду.
- Технология Wi-Fi не обеспечивает подключение к сотовым сетям – она необходима, но недостаточна.
- Крупноразмерная сотовая сеть не может нормально работать внутри зданий.
- Приоритет IBW все более возрастает в США, Европе и во всем мире.
- Проблемами являются стоимость, сложность, соответствие требованиям рынка и вопросы владения.
- Инновационные решения и рост стоимости зданий смягчают эти проблемы и являются убедительной причиной для развертывания систем IBW предприятиями.



# ГЛАВА 3



# Будущее решений IBW

## Быстрее, проще, лучше и полезнее для людей

Мир становится все более тесным. Не только в стесненных условиях предприятий, где арендаторы приходят и уходят, но и вообще повсюду все больше применяется совместное использование рабочих мест и стремительно растет количество подключенных устройств. Спектр радиочастот, соответственно, тоже становится перенаселенным. Чтобы предложить надежное, эффективное и, что наиболее важно, прибыльное техническое решение для сетевых соединений в масштабе предприятия, владельцы, менеджеры зданий и архитекторы все чаще внедряют решения IBW в свои стратегии развития бизнеса, и это правильно.

Инновации в технологии IBW также отражают приоритеты бизнеса. Новейшие решения обеспечивают простую установку, лучшие показатели работы, пропускную способность, более высокие скорости, чем когда-либо. В оставшейся части книги новейшие решения IBW будут рассмотрены более подробно, а сейчас самый подходящий момент для краткого обзора всех ключевых технологий и архитектур, которые определяют будущее решений IBW.

## IBW: краткие сведения

В настоящее время многие юридические положения устанавливают минимальные размеры производственных пространств, обеспечивающие поддержку частот для служб общественной безопасности, чтобы в экстренных ситуациях полиция, пожарные службы и группы скорой медицинской помощи могли поддерживать связь внутри помещений.

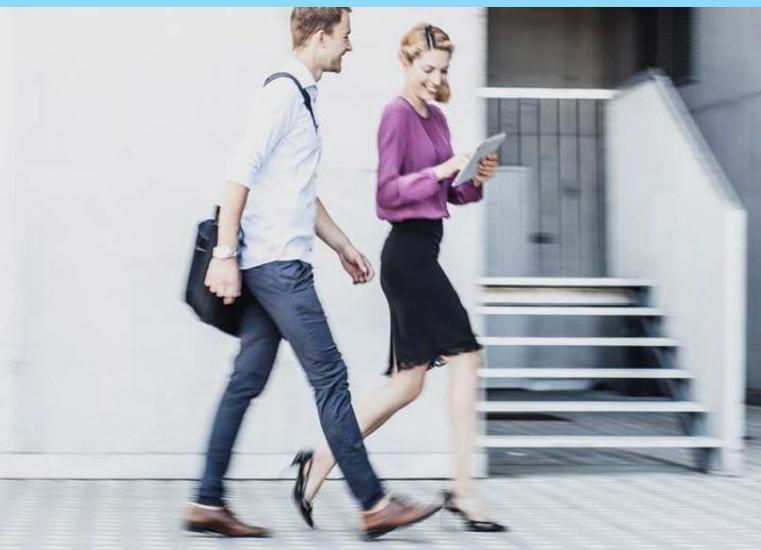


## Ситуации не всегда похожи, поэтому не все решения одинаково полезны

Одной из тем, которая будет развиваться в дальнейшем изложении, является важность понимания того факта, что пространство производственного предприятия является основой для выбора правильного решения IBW, обслуживающего это пространство. Среди множества новых и развивающихся решений IBW, которые мы будем рассматривать здесь, нет «волшебной пули» - то есть, не существует единственно верного и самого лучшего решения для всех ситуаций. Однако для нахождения правильного решения обязательным условием является правильная постановка вопросов.

Имея это в виду, ниже приведены основы того, что необходимо знать о решениях, определяющих будущее развитие IBW.

- **Голосовая связь поверх Wi-Fi (Voice over Wi-Fi, VoWiFi).** Технология VoWiFi в нелицензируемых диапазонах частот представляет собой альтернативу традиционным решениям IBW на основе LTE. Она использует IP-сеть для маршрутизации голосовых вызовов с приемлемым качеством. Пользовательские устройства должны быть спроектированы для подключения к сетям такого типа, и такие устройства уже сейчас поступают на рынок в больших количествах. Мы рассмотрим это более подробно в главе 6.
- **Нелицензируемая LTE (LTE unlicensed, LTE-U) и LAA.** Технология LTE-U использует нелицензируемый диапазон 5 ГГц, в котором работает Wi-Fi, для переноса трафика в сеть. Чтобы получить сигналы LTE-U в лицензируемых диапазонах крупноразмерной сети, она должна быть агрегирована через доступ с поддержкой лицензирования (Licensed-Assisted Access, LAA) для отделения ее от чистых сигналов передачи данных Wi-Fi и переноса в лицензируемую сеть оператора. Мы рассмотрим это более подробно в главе 6.



- **MulteFire.** Это решение для нелицензируемых частот не потребует таких же процессов интеграции, как в случае VoWiFi и LTE-U, поскольку оно перемещает нелицензируемый трафик IBW в крупноразмерную сеть через радиointерфейс.
- **Малые ячейки.** Построенная подобно уменьшенным версиям сайтов с макро-ячейками, эта система секторов покрывает некоторую зону и подключается к своей собственной базовой станции, которая затем интегрируется в сеть оператора. Мы рассмотрим эту систему более подробно в главе 5.
- **Распределенные антенные системы (Distributed antenna systems, DAS).** Используя лицензируемые частоты, эта сеть антенн, связанных с некоторым головным оконечным узлом сети, позволяет перенести диапазоны LTE (а также другие технологии, такие как 2G и 3G) непосредственно на радиисточник, принадлежащий оператору и находящийся на месте установки или дистанционно удаленный. Мы рассмотрим это решение более подробно в главе 5.

Набор решений	Лицензируемый / нелицензируемый диапазон	Множество операторов	Множество технологий (2G, 3G, LTE)	Транспорт
VoWiFi	Нелицензируемый	Варьируется	Нет	ВОЛС
LTE-U/LAA	Лицензируемый и нелицензируемый	Да	Нет	ВОЛС или микроволновые линии
MulteFire	Нелицензируемый	Да	Нет	Радиодоступ
DAS	Лицензируемый	Да	Да	ВОЛС
Малые ячейки	Лицензируемый	Обычно нет	Обычно нет	ВОЛС или микроволн.

Таблица 1: Сводка характеристик различных новых решений IBW

## Развивающиеся архитектуры

Эти решения IBW все зависят от сети из медных кабелей или от (все более общеупотребительной) инфраструктуры ВОЛС для поддержки их антенн, точек доступа и других интерфейсов. В прошлом большинство подлинных решений IBW были на основе РЧ кабелей, например, коаксиальных кабелей, используемых для их инфраструктуры.

Однако новые технологии, в том числе большинство из указанных выше, используют упрощенную архитектуру, которая обеспечивает гигабитные скорости, поверх простых структурированных кабельных систем. Преимуществом такого подхода является снижение стоимости кабеля, снижение затрат на установку, и увеличение возможностей для различных сервисов по совместному использованию единой, конвергентной кабельной инфраструктуры.

## IBW: краткие сведения

Арендаторы приходят и уходят, офисы меняют свою конфигурацию, а пользователи теперь работают во многом иначе, чем прежде, и из различных мест. Что в этих условиях может предложить предприятие, чтобы обеспечить простой и гибкий способ сетевых подключений на всем занимаемом им пространстве?

Компания CommScore предлагает решение в виде универсальной соединительной сети (Universal Connectivity Grid, UCG). Построенное с использованием высокопроизводительных кабельных медных и волоконно-оптических структур, это решение гарантирует, что высокоскоростные порты для проводного и беспроводного доступа будут доступны в любом месте, где они потребуются.





## Скорость важна, и оптоволокно – это путь в будущее

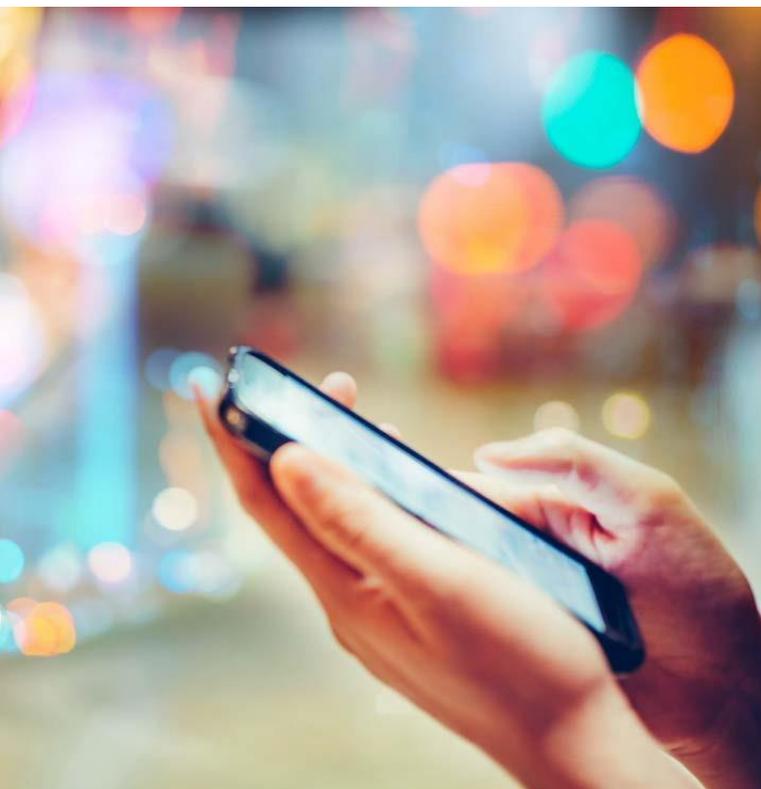
Для всех решений IBW общей проблемой является необходимость в быстрой маршрутизации трафика от одного из нескольких операторов из крупноразмерной сети и в сеть. Поскольку многие современные приложения интенсивно работают с большими объемами данных, они потребляют значительную часть полосы пропускания. По этой причине в большинстве случаев развертывания IBW в промышленных масштабах этот участок на входе в сеть очень быстро становится переполненным.

Чтобы поток трафика на подходе в сеть не испытывал этих затруднений, следует применять оптоволокно в качестве транспортного носителя. Или, если размеры участка не позволяют сделать это, для транспорта трафика в сеть можно использовать микроволновые антенны в соединениях «точка-точка». В конечном счете не имеет значения, насколько быстро работает решение IBW, если оно не может эффективно перемещать трафика за пределы стен вашего здания. Скорости порядка нескольких гигабит в секунду критически важны, и в дальнейшем важность этого момента будет только возрастать.

## Как насчет 5G?

Решения IBW, которые мы рассматриваем здесь, относятся к сетям 4G/LTE. Однако важным вопросом, над которым следует подумать, является вопрос, куда нас может привести использование платформы 5G. В настоящее время стандарты 5G не формализованы, и пока еще не существует ни одной универсальной спецификации. И все же, заявленные целевые показатели 5G дают некоторое представление о том, какие решения IBW получат преимущества от использования в следующем поколении беспроводных сетей.

И опять же, транспорт на основе волоконно-оптических кабелей высокого класса будет преобладать в решениях, готовых к работе в сетях 5G. Например, решение ION-E® компании CommScope с распределенной антенной системой (DAS) работает на кабелях категории 6A и поддерживает скорости 1 Гбит/с, необходимые для 5G. От других решений IBW также ожидается последующее развитие до вариантов, способных к работе в сетях 5G.



## IBW: краткие сведения

Спецификации 5G, скорее всего, будут сосредоточены на уменьшении мощности, снижении латентности и соответствующем увеличении количества приложений. Будет широко развиваться «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT) – от дистанционно управляемой хирургии до огромных количеств беспроводных автомобилей.

## У технологии IBW хорошие перспективы

Гонка между потребностями и предлагаемыми решениями продолжает набирать скорость. С учетом архитектур на основе оптоволокну, появления 5G на горизонте и большого количества путей и способов развертывания качественных решений IBW, можно считать, что эта технология снова берет верх над взрывоподобным ростом спроса – по крайней мере, в настоящее время.

Хотя все согласны с утверждением, что важно постоянно смотреть в будущее, имеются некоторые сомнения в том, что вам необходимо решение IBW, готовое к работе уже сегодня. В следующей главе мы рассмотрим различные имеющиеся технологии, способные помочь вам преодолеть препятствие на пути к интеграции с сетями беспроводных операторов в пределах вашего предприятия.

## Краткие итоги главы 3

- Решения IBW становятся все более простыми, доступными и востребованными.
- Множество новых решений IBW используют различные архитектуры и частотные диапазоны.
- Соединения через волоконно-оптические кабели и конвергентную инфраструктуру позволяют обеспечить поддержку будущих приложений и стандартов.



# ГЛАВА 4



# Выбор решения IBW с учетом ваших потребностей

## Как должно выглядеть выделенное решение IBW для вашего будущего?

Из предыдущих глав уже известно, что не существует единственного решения IBW, одинаково эффективно подходящего для всех ситуаций. Хотя какая-либо технология для нелицензируемых диапазонов (например, Wi-Fi) может оказаться более простым решением, ее многочисленные ограничения делают ее непригодной в качестве отдельного, автономного решения во многих, если не во всех, случаях и условиях эксплуатации. Мы рассмотрим это более подробно в главе 7.

Предполагая, что пространство вашего предприятия соответствует тем возможностям гибкости, надежности и прибыльности, которые может обеспечить решение IBW для лицензируемого диапазона частот, следующим шагом будет определение технологии, необходимой вам, и ее наилучшей конфигурации для ваших уникальных условий. В этой главе рассматриваются различные функциональные возможности, предоставляемые различными технологиями. Сначала рассмотрим эти возможности так, чтобы сделать возможным их осмысленное сравнение.

## Учет особенностей помещений, арендаторов, потребностей и изменений

Начнем с самого простого. Какой тип помещений будет обслуживать ваше решение IBW? Физическое расположение, размеры и заполнение пространства имеют большое значение для правильного выбора технологии.

### Вопросы:

- Обслуживаемое пространство – низкое, протяженное и горизонтальное, или это высокое вертикальное пространство?
- Как располагается зона покрытия – снаружи помещений, внутри помещений, или то и другое одновременно?
- Является ли проблемой частая смена арендаторов, и ожидаются ли сильные изменения степени занятости помещений?
- Должно ли обслуживаемое пространство обеспечивать доступ к IBW для арендаторов, посетителей, или только для персонала обслуживания и управления зданием?
- Насколько интенсивно арендаторы используют технологии, и следует ли ожидать роста потребностей на каждого пользователя?
- Есть ли необходимость обеспечить доступ ко всем сетям беспроводных операторов, или достаточно будет одной?
- Требуют ли местные законы, чтобы в зоне покрытия вашего здания, сооружения, предприятия была обеспечена поддержка сетей общественной безопасности (полиция, пожарные службы, скорая медицинская помощь)?

Ответить на эти вопросы будет легко, если вы хорошо знаете, как используется пространство в ваших зданиях и сооружениях. На следующей странице приведен перечень типичных условий производственной обстановки и спецификаций, подходящих для них в общем случае, а также рекомендации для DAS или малоразмерных ячеек (SC).





Тип здания	Доступ	Условия	Много операторов	Один оператор	Два оператора	Решения	Мощность PC
Предприятие, компания	Частный	Жилые здания с множеством арендаторов	📶			DAS	Низкая
Предприятие, компания	Общий	Отели			📶	SC	Низкая
Предприятие, компания	Частный	Один арендатор, офисные здания из списка Fortune 500	📶	📶	📶	SC	Низкая
Предприятие, компания	Частный	Коммерческие здания с многими арендаторами	📶	📶		DAS/SC	Средняя/низкая
Предприятие, компания	Общий	Больницы, госпитали	📶	📶	📶	DAS/SC	Средняя/низкая
Предприятие, компания	Частный	Правительственные организации	📶	📶		DAS/SC	Средняя/низкая
Крупное предприятие	Общий	Спортивные сооружения	📶			DAS	Средняя
Крупное предприятие	Общий	Здания казино	📶			DAS	Высокая
Крупное предприятие	Общий	Крупные гостиничные комплексы	📶			DAS/SC	Средняя/низкая
Крупное предприятие	Общий	Комплексы для съездов и конференций	📶			DAS	Средняя
Крупное предприятие	Общий	Торговые центры	📶			DAS/SC	Высокая/средняя
Крупное предприятие	Общий	Транспортная отрасль: аэропорты, ж/д вокзалы, метрополитен	📶			DAS	Средняя
Крупное предприятие	Общий	Образование	📶	📶	📶	SC	Высокая

Таблица 1: Примеры условий работы предприятий, общих признаков, характеристик и общих рекомендаций по выбору решений IBW

## Один, два или много операторов

Одним из самых важных отличительных свойств разнообразных решений IBW является их способность взаимодействовать с крупноразмерными беспроводными сетями компаний-операторов. Некоторые решения поддерживают сеть только одного оператора, другие могут соединяться с двумя или более сетями, а некоторые работают со всеми сетями, как говорится, «прямо из коробки».

## IBW: краткие сведения

**Один, два или много?** Простейшие решения обеспечивают поддержку минимального количества операторов, что может быть очень хорошо в случаях, когда арендаторы или владельцы используют только мобильные устройства, приобретенные у своей компании, и все эти устройства работают в сети одного оператора.

Решение с двумя операторами обеспечивает покрытие для огромного количества пользователей на таких рынках, где 90 процентов пользователей являются абонентами всего двух операторов. И наконец, среда с множеством операторов дает возможность каждому абоненту подключаться к своим сетям – это идеально для мест, где преобладает политика «принеси свое собственное устройство» (Bring-Your-Own-Device, BYOD), или где регулярно приходят и уходят розничные покупатели.

- **Решения с одним оператором** могут быть простейшими в установке и самыми недорогими в эксплуатации, но при этом вы ограничены единственным возможным видом взаимоотношений для всех пользователей. Для тех, кто является абонентом неподдерживаемых операторов, это может означать дополнительную плату за роуминг и/или другие финансовые/технические сложности.
- **Решения с двумя операторами** обеспечивают смешивание трафика двух операторов на одних и тех же частотах, разделяя их с помощью двухдиапазонных радиосистем LTE. Это может помочь увеличить доступность, но также может снизить уровень пропускной способности, доступной в каждой отдельной сети.
- **Решения со многими операторами** обеспечивают интерфейс с таким количеством сетевых операторов, какое необходимо, хотя способы, которыми это достигается, варьируются в зависимости от типа решения. Некоторые решения, такие как малоразмерные ячейки, требуют установки дополнительных радиоустройств, чтобы добавить каждого нового оператора. Другие, такие как DAS, подключаются непосредственно к опорным сетям более чем одного оператора без дополнительных модификаций.

Хотя большинство решений могут использоваться в любой из этих конфигураций, обычно применяется следующее правило: малые ячейки подходят для развертывания с одним оператором, а DAS легче использовать в условиях развертывания для многих операторов.

## Уровни мощности и затраты на электроэнергию

Различные решения IBW работают на различных уровнях мощности, о чем уже вкратце говорилось в главе 2. Производительность и эффективность работы этих уровней мощности определяется размером, формой и конструкциями здания или сооружения, пространство которого обслуживается данным решением IBW. Вообще, чем больше внутреннее пространство, которое должно быть в зоне покрытия, и чем больше стен, через которые должен проникать сигнал, тем больше мощности требуется для обеспечения высокопроизводительной, высоконадежной сети с высоким уровнем качества обслуживания (QoS).

Хотя может казаться интуитивно понятным, что решение с более высокой мощностью лучше, это не всегда бывает так. Фактически в некоторых случаях городская администрация устанавливает жесткие нормативные требования, регулирующие допустимый уровень мощности РЧ в местах нахождения людей, в том числе во внутренних пространствах зданий и сооружений.

Кроме того, системы с большой мощностью, конечно же, потребляют больше электроэнергии, из-за чего возрастают расходы на эксплуатацию решения IBW. Эти дополнительные издержки могут на самом деле создавать проблемы в тех районах мира, где стоимость электроэнергии продолжает возрастать с каждым годом.

Различия сводятся к тому, как много используется электроэнергии, и какая обеспечивается мощность сигнала. Разумеется, при более высоких мощностях потребуются более крупные и дорогостоящие блоки оборудования, и возрастут затраты на электроэнергию.

### Классификации:

- **Решения с низкой мощностью:**  
От 0,04 до 0,2 Ватт,  
что дает уровень сигнала примерно от +16 до +23 dBm
- **Решения со средней мощностью:**  
От 1,0 до 2,0 Ватт,  
что дает уровень сигнала примерно от +30 до +33 dBm
- **Решения с высокой мощностью:**  
От 20,0 до 40,0 Ватт,  
что дает уровень сигнала примерно от +43 до +46 dBm

Существуют также комбинированные решения IBW, например, такие как фирменное решение ION®-U DAS компании CommScope, которые перекрывают границы зоны покрытия для низкой и высокой мощности, обеспечивая гибкость и эффективность при развертывании. Преимущество этой опции также состоит в том, что она позволяет консолидировать обе системы в едином головном узле, что дает уменьшение занимаемой площади и снижение затрат на электроэнергию.



## Готовы ли вы к будущему?

Новейшие инновации в технических решениях IBW, как с малыми ячейками, так и в решениях DAS, позволили получить более доступные и приемлемые способы развертывания, оптимизации, эксплуатации и адаптации сетей, вплоть до спецификаций платформы 5G и выше. В эти инновации входит волоконно-оптическая кабельная инфраструктура, конвергентные решения для информационных технологий (IT). Они позволяют решению IBW работать на обычной повседневной структурированной кабельной системе IT, вместе с Wi-Fi или другими сервисами, и даже обеспечивать покрытие на основе «облачной» сети Cloud-RAN, устраняющей межсекторные помехи, которые в других случаях приводят к снижению уровня QoS для конечных пользователей.

Единственным наиболее важным фактором в проблеме обеспечения готовности вашего решения IBW к будущему является тип транспорта – то есть, кабельная система, транспортирующая трафик к головному узлу или радио-устройству. Достаточно широкий «трубопровод» означает, что решение IBW для вашего здания или сооружения будет готово быстро адаптироваться к новым технологиям и стандартам. Возможно, потребуется всего лишь изменение программного обеспечения или замена какого-либо модуля, но не полный отказ от старой системы и затраты на установку новой.

## Решение для каждого

На выбор технического решения IBW влияют многие факторы, кроме того, возможна значительная гибкость и свобода при реализации этих решений. В зависимости от условий вашего здания или сооружения, а также потребностей его арендаторов и посетителей вы можете выбрать решение для одного или многих операторов, с низкой, средней или высокой мощностью, или комбинированное решение.

В следующей главе мы рассмотрим более подробно фактические различия между двумя основными решениями, доступными для вас – DAS и малыми ячейками.



## Краткие итоги главы 4

- Путь к идеальному решению (решениям) IBW указывают такие факторы, как размеры, форма здания или сооружения, характер его занятости и использования людьми и требования к полосе пропускания.
- Решения IBW могут обеспечивать поддержку одного, двух или всех операторов.
- Уровни мощности определяют производительность работы, но «больше» не всегда означает «лучше».
- Современные решения IBW обеспечивают определенный запас на будущее, чтобы можно было их адаптировать к новым и развивающимся технологиям, таким как 5G.



# ГЛАВА 5



# Возможности использования технологий DAS и малых ячеек

## Встречайте многообразное семейство технологий IBW

Термин «беспроводные сети для работы в зданиях и сооружениях» является очень обобщенным понятием и охватывает целый класс разнообразных, специализированных технических решений, которые требуют от владельцев, менеджеров и архитекторов тщательно учитывать преимущества и затраты, чтобы определить наиболее эффективное решение. Обязательным является условие, что идеальное решение должно удовлетворять требованиям не только сегодняшних владельцев, арендаторов и пользователей, но также обладать гибкостью и маневренностью для обслуживания будущих потребностей.

В этой главе будут рассмотрены два наиболее значительных класса решений IBW: распределенные антенные системы (Distributed Antenna Systems, DAS) и малые ячейки. Хотя у них есть некоторое сходство физических свойств и конфигурации, они работают по-разному. Каждый из них имеет свои собственные уникальные преимущества.



## IBW: краткие сведения

Развертывание DAS обеспечивает надежное покрытие и пропускную способность в условиях, когда другие решения не справляются.

Одним из примеров является музей Росса Перо (Ross Perot) в городе Даллас, штат Техас. Здание музея имеет 14 этажей, а экспозиция занимает 180 тысяч кв. футов. В здании используются технические решения компании CommScope, которые объединяют интегрированные видеодисплеи, голосовую связь VoIP, системы защиты и безопасности и многое другое.

## DAS: решение для больших зданий и сооружений

Построенная на основе ряда дистанционно удаленных антенн или, как их принято называть, узлов, система DAS является одной из давних, хорошо разработанных технологий для формирования зоны беспроводного покрытия. DAS – эффективное средство с точки зрения одинаково высокого уровня качества обслуживания (QoS) по всей зоне беспроводного покрытия и стабильной пропускной способности в следующих условиях:

- Помещения большой площади внутри зданий (например, в высоких офисных зданиях)
- Большое непрерывное открытое пространство вне помещений (например, стадион или внутренний двор)
- Сочетание наружных и внутренних пространств (например, в университетском городке)

Как уже отмечалось в главе 2, зона покрытия помещений внутри зданий формируется при помощи систем DAS малой мощности, а наружные пространства перекрываются с помощью DAS большой мощности. Последнее поколение решений DAS способно интегрировать сети малой и большой мощности в единую унифицированную платформу, подходящую для смешанных условий.

Решение DAS по самой своей сути является масштабируемым, то есть, его можно расширять для покрытия больших пространств и зон со сложным или неудобным очертанием. Например, если сервис сотовой связи предоставляется в туннеле метро, на разбросанных участках спортивных сооружений или на горной дороге с туннелями, то, скорее всего, это осуществлено с использованием DAS.

Физическая инфраструктура DAS в общем случае строится на основе РЧ-кабеля (обычно коаксиального кабеля) для связи удаленных антенн между собой. Для соединений между этажами или другими дискретными участками используются волоконно-оптические кабели. Затем кабели обоих типов подключаются к центральному пункту обработки, который называется головным узлом. Некоторые более продвинутое решения DAS в настоящее время работают не на коаксиальных кабелях, а на структурированных кабельных системах, благодаря чему они легче в установке. Структурированная кабельная система также поддерживает другие сети и функции, например, Wi-Fi, системы защиты и безопасности и т. д.; широкое использование таких систем означает, что найти нужных специалистов для их установки можно относительно легко и недорого.

Стоит еще раз отметить, что DAS – это, прежде всего, система распределенных антенн. Она подключается к сети оператора через собственную базовую станцию оператора, которая позволяет DAS работать с одной, несколькими или всеми доступными операторами беспроводных сетей, имеющимися в данном месте. Новые операторы могут подключаться к существующей инфраструктуре DAS и получать доступ к зоне покрытия с высоким качеством и высокой пропускной способностью.

Каждая инсталляция DAS является уникальной по отношению к среде, которую она обслуживает, поэтому не существует решений DAS, работающих «прямо из коробки» - хотя имеются инновационные новые опции, которые упрощают процесс, используя интеллектуальную автоматическую конфигурацию (рисунок 1) и альтернативные средства транспорта сигналов, например, через существующую инфраструктуру структурированной кабельной сети (рисунок 2).

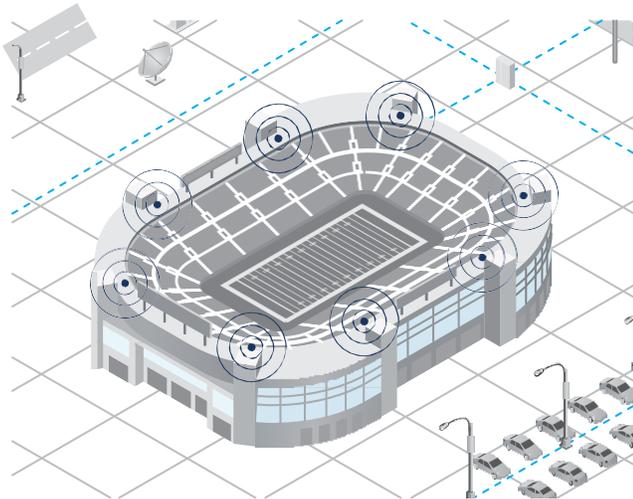


Рисунок 1: Интеллектуальная автоматическая конфигурация наружной системы DAS оптимизирует зону покрытия и пропускную способность беспроводной сети на большом стадионе

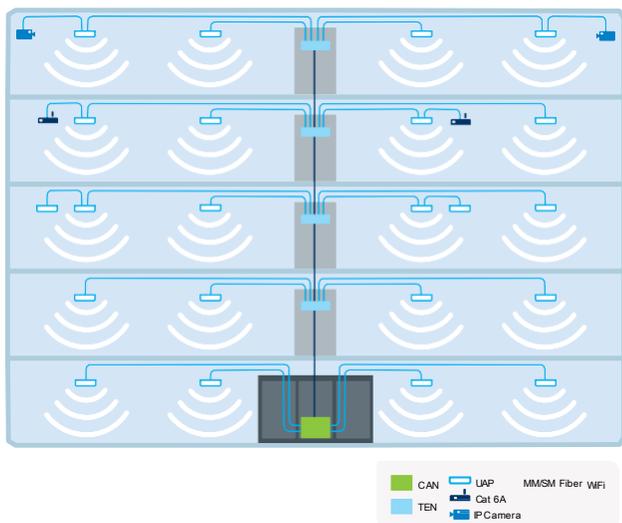


Рисунок 2: инфраструктура DAS на структурированной кабельной системе использует сетевые кабели вместо дорогостоящих коаксиальных кабелей

## IBW: краткие сведения

DAS – подходящее решение IBW для:

- Многоэтажных офисных зданий
- Крупных больничных и гостиничных комплексов
- Университетских городков
- Торговых центров и музеев
- Стадионов и других спортивных сооружений

Эти факторы делают DAS привлекательным решением для крупных зданий и сооружений, смешанных зон внутри и снаружи помещений, изолированных мест и пространств, где потребности являются переменными, но могут возрасти до экстремально высоких уровней. В этих случаях применение DAS имеет смысл по финансовым соображениям.

Поскольку DAS со времен своего раннего развития было известно в качестве специфического решения для определенной ниши рынка, оно не всегда является экономичным решением для менее крупных предприятий, хотя последние инновации в области структурированных кабельных систем, позволяющие работать на обычном сетевом кабеле, снижают входной порог стоимости этих решений.



## Малые ячейки: доступные по цене и адаптируемые

Для участков внутри помещений меньшего размера малые ячейки представляют собой экономичную альтернативу, гибкую и самостоятельную. Малые ячейки – это именно то, что подразумевает само их название: малоразмерные версии сайтов с крупными ячейками, в том числе базовая станция, радиосистема и антенны, обычно скомпонованные в одном физическом блоке. Малые ячейки могут поддерживать покрытие с размерами от малого до среднего офисного здания, где уровень потребности в сетевых соединениях относительно постоянный в течение каждого дня, распределение пользователей по участку мало изменяется, и не ожидается экстремальных пиковых бросков трафика.

Каждая малая ячейка образует дискретную «соту» покрытия. Подобно сайтам с крупноразмерными ячейками, традиционные малые ячейки также образуют зоны перекрытия в местах, где сходятся их границы. В этих зонах происходит значительное падение качества сотовых соединений: снижение скорости передачи данных, сбивчивый, прерывистый голос и потери соединения. Эту проблему можно смягчить путем тщательной проработки проектного решения, оптимизации размещения малых ячеек и подбора мощности передачи, но невозможно полностью устранить межсекторные помехи (точнее говоря, так было до недавнего времени; мы рассмотрим новейшие инновации в области малых ячеек в следующем разделе).

Малые ячейки относительно легко установить, что делает их привлекательным вариантом для развертывания в условиях предприятия. Мы рассмотрим это более подробно в следующей главе.

В отличие от системы DAS, которая подключается к наружной базовой станции, принадлежащей оператору беспроводной сети, малые ячейки имеют в своем составе собственный базовый блок, который необходимо интегрировать с сетями оператора. Но это одноразовое действие. На момент написания данного материала большинство ведущих операторов выполнили интеграцию лишь ограниченного количества малых ячеек, а остальные не сделали по интеграции вообще ничего. Эту ситуацию улучшает, но пока медленно. Приведенная выше модель малых ячеек в типичных случаях поддерживает сеть только одного оператора.

Следует также учитывать, что малые ячейки имеют жестко установленный верхний предел зоны покрытия и пропускной способности, что может стать серьезной проблемой, если решение IBW потребуется значительно расширять в будущем. Малые ячейки могут надежно поддерживать от 16 до 64 пользователей одновременно, и это может быть достаточно для многих случаев работы в условиях малого или среднего предприятия. Кроме того, в отличие от DAS, обычные малые ячейки не могут динамически совместно распределять пропускную способность между точками доступа, и поэтому большие скопления людей на малых участках могут создавать «узкие места», сетевые заторы – явление, которое иногда называют «проблема кафетерия».

## C-RAN: лучшее из того, что есть в этих двух мирах?

Мы уже говорили выше, что малые ячейки подвержены таким же межсекторным помехам, как и крупноразмерные ячейки, и что концентрация пользователей в отдельных местах может приводить к перегруженности индивидуальных точек доступа. В традиционной архитектуре малых ячеек дело обстоит именно так. Однако недавние инновационные разработки компании CommScope позволили устранить этот барьер для малых ячеек, сделав их даже более привлекательными для развертывания в случае подходящих размеров. Этот инновационный подход получил название «радиосеть с облачным доступом» (Cloud Radio Access Network, C-RAN) или «малые ячейки для сети C-RAN». Такая сеть работает следующим образом:

Базовый блок централизованно выполняет всю обработку от множества радиоточек малых ячеек, и образует своеобразную «супер-ячейку», которая объединяет работу всей системы в единой зоне покрытия.

Благодаря устранению всех межсекторных перекрытий, устраняются проблемы QoS и потери соединений (рисунок 3).

В качестве дополнительного бонуса можно указать, что эта архитектура работает через обычные коммутаторы Ethernet и кабели, а значит, облегчается установка и техническая поддержка, поскольку не требуется дорогостоящая или специализированная экспертиза.



Рисунок 2: Инфраструктура DAS реализует конвергенцию с сетями передачи данных и использует сетевые кабели, а не дорогостоящие коаксиальные кабели.

## DAS или малые ячейки? Это зависит от ваших задач

Выбор решения для развертывания IBW требует ответов на несколько вопросов. Для какой площади требуется покрытие? Какому количеству людей требуется обеспечить поддержку? Насколько велики ежедневные изменения потребности в площади покрытия и количестве соединений? И, наверное, самое важное – сколько все это будет стоить?

Системы DAS и системы малых ячеек составляют львиную долю стоимости решений IBW. Каждая из них занимает свое место и имеет свое назначение. Тщательно определяя ожидания и внимательно рассматривая будущее вашего бизнеса, можно четко понять, какое решение IBW будет идеальным для вас.

Однако следует учитывать, что решения как на основе DAS, так и малых ячеек продолжают развиваться и совершенствоваться, и некоторые ключевые разработки уже сейчас меняют ситуацию на рынке. Масштабируемость малых ячеек улучшается, а решения DAS становятся более экономичными.

Это значит, что с течением времени владелец, менеджер или архитектор (то есть, вы) получаете доступ к целому ряду постоянно улучшающихся опций. Однако это не должно быть для вас единственным решающим моментом; в вашем решении IBW вам необходимо также рассмотреть возможности использования лицензируемых частот по сравнению с нелицензируемыми. Мы обсудим это в следующей главе.

## Краткие итоги главы 5

- Решения IBW охватывают несколько различных технологий.
- Технологии DAS и малых ячеек являются двумя самыми многообещающими альтернативами.
- DAS идеально подходит для крупных, смешанных предприятий, зданий и сооружений с большой изменчивостью требований к зоне покрытия и пропускной способности.
- Решение на основе DAS не всегда является экономичным для небольших зон покрытия.
- Малые ячейки хорошо подходят для малых и средних пространств с постоянной потребностью в соединениях.
- Преимущества и недостатки малых ячеек аналогичны сотовой сети с макро-ячейками.
- Радиосеть с «облачным» доступом C-RAN – это инновационное решение для малых ячеек, позволяющее устранить многие ограничения QoS, имеющиеся у обычных малых ячеек.



# ГЛАВА 6



# Использование нелицензируемых частот в решениях IBW

## Добро пожаловать на «дикий Запад» радиоволн

Возможно, вы удивитесь, узнав о том, что в такой строго регулируемой законом отрасли, как беспроводная связь, существуют несколько широко распространенных технологий, использующих нелицензируемые – то есть, никем не регулируемые – участки радиочастотного спектра. Выбор вашего решения IBW с использованием этих нелицензируемых диапазонов может оказаться экономичным и быстрым способом расширения сети, но вместе с этим возможно появление существенных ограничений. При развертывании полного решения IBW для нелицензируемых диапазонов все равно потребуется какой-либо способ или соглашение по роумингу, чтобы соединиться с лицензируемыми диапазонами, используемыми операторами беспроводных сетей.

## Появление решений для нелицензируемого спектра

Для начала скажем немного об обстоятельствах. Хотя стандартные решения Wi-Fi и DAS уже многие годы совместно существуют на площадках крупных предприятий и компаний, причем первое обслуживает обработку и передачу данных, а второе в основном обслуживает голосовую связь, рост потребностей пользователей занял уже весь спектр частот, изначально предназначенных для этих решений. Их когда-то различные рабочие частоты начали сближаться по мере того, как каждое из них занимало все больше и больше частот нелицензируемого спектра, и это продолжалось, пока они не вступили в конфликт друг с другом.

Их функции также начали сближаться по мере того, как эти технические решения становились все более быстрыми и эффективными в работе. Давайте теперь взглянем на некоторые из этих решений для нелицензируемых частот.

## Голосовая связь через Wi-Fi (вызовы через Wi-Fi)

Одним из главных преимуществ DAS над решениями для нелицензируемых частот является возможность взаимодействия с беспроводными сетями операторов всех типов, множеством технологий (таких как LTE, 3G и т. д.) и практически универсальная совместимость с беспроводными устройствами. Это приводит к требованию обязательного обеспечения транспорта голосового трафика в опорную сеть и из опорной сети.

Голосовая связь через Wi-Fi (Voice over Wi-Fi, VoWiFi) является альтернативой с использованием нелицензируемых частот, в которой маршрутизация голосовых вызовов через IP-сеть выполняется с приемлемым качеством.

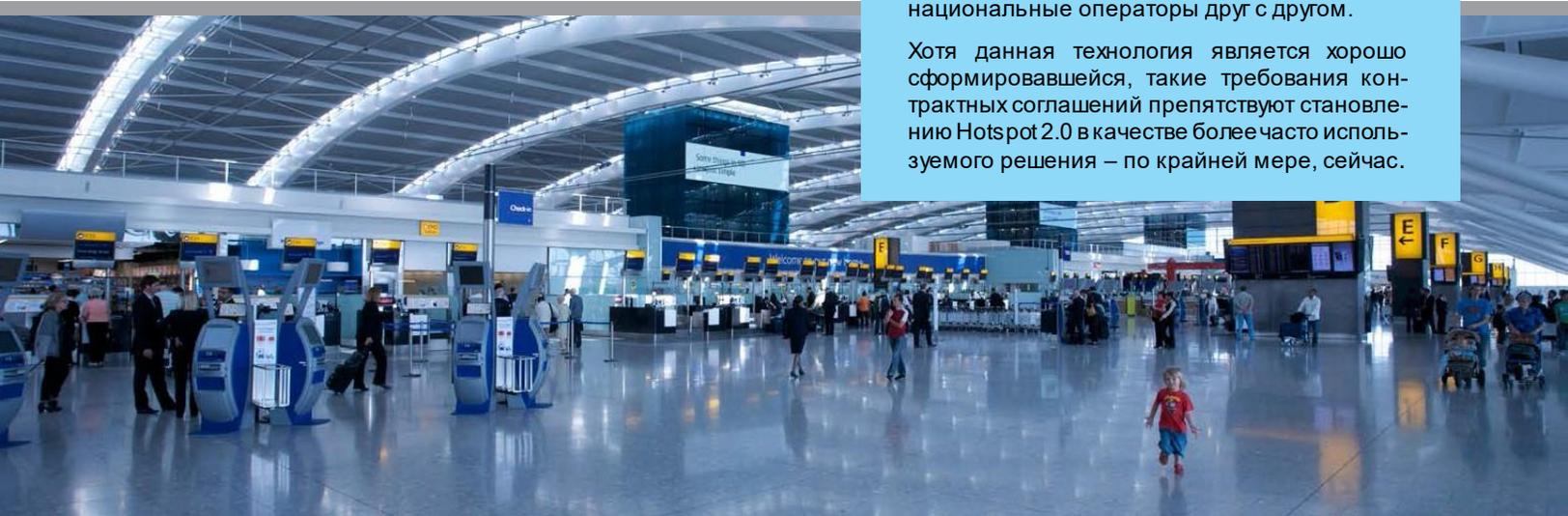
Чтобы использовать VoWiFi, пользователь должен иметь совместимое устройство, а условия рабочей среды должны соответствовать спецификации покрытия Hotspot 2.0 (см. ниже на врезке). Ведущие производители сейчас уже вводят эти беспроводные устройства на рынок, но возможности использовать VoWiFi на таких устройствах пока еще встречаются редко.

## IBW: краткие сведения

Объем развертывания VoWiFi пока небольшой, но понемногу растет. Развертывание выполняется на основе технологии Next Generation Hotspot (Hotspot 2.0).

Технология Hotspot 2.0 по существу позволяет создать своего собственного оператора беспроводных сетей во внутреннем пространстве помещений. Она может интегрироваться с национальными операторами беспроводных сетей масштаба всей страны через соглашения по роумингу, точно так же, как это делают национальные операторы друг с другом.

Хотя данная технология является хорошо сформировавшейся, такие требования контрактных соглашений препятствуют становлению Hotspot 2.0 в качестве более часто используемого решения – по крайней мере, сейчас.



## Недостатки VoWiFi

Действительно, VoWiFi имеет значительные ограничения, однако многие из них являются общими для всех приложений Wi-Fi, что будет обсуждаться более подробно в главе 7. Вот некоторые из этих ограничений:

- Потенциальная ненадежность QoS. Поскольку трафику VoWiFi нельзя назначить достаточно высокий приоритет в сети, качество может ухудшаться. В частности, это проявляется в условиях с высокой нагрузкой трафика, где пользователи могут приходиться и уходить. В этих зонах идентификация пользователя и применение к нему какой-либо сетевой политики является проблемой, возможно, неблагоприятно воздействующей на ширину полосы пропускания.
- Добавление достаточно большого количества точек доступа с целью поддержки пользователей может привести к снижению пропускной способности. При добавлении точек доступа в сеть Wi-Fi, величина пропускной способности в каждой данной точке доступа снижается. Это приводит к появлению задержек и джиттера в голосовых вызовах.
- Вызовы теряются «у двери». Хотя VoWiFi может обеспечить хорошую связность в пределах обслуживаемого пространства предприятия, она не может плавно передать обработку вызова в крупноразмерную сеть, когда вызывающий абонент покидает зону покрытия. В результате вызов теряется. Это справедливо и для противоположного случая: обработка вызова не может быть передана из крупноразмерной сети в сеть VoWiFi при входе абонента в зону покрытия VoWiFi.
- Нелицензируемые частоты означают, что в случае появления помех вы предоставлены сами себе. Как мы увидим более подробно в следующей главе, для совместно используемых площадей в зданиях со многими арендаторами существует возможность появления помех между соседними сетями Wi-Fi. Иногда эту проблему можно решить, заключив неформальные соглашения между заинтересованными сторонами, но в случае конфликтов никакой установленной законодательной основы для их урегулирования не существует.

По этим причинам VoWiFi хорошо подходит тем предприятиям, где есть строгий контроль использования этой системы, люди проводят большую часть своего времени внутри помещений, и все доступное пространство занимает один владелец или арендатор. В остальных случаях имеются другие решения для нелицензируемых частот, которые могут лучше подходить для этих случаев.

## IBW: краткие сведения

Подталкивание решений к нелицензируемым частотам объясняется неустойчивым равновесием между технологией и бизнесом. Даже если выставить на продажу еще больше доступных частот, невероятное повышение спроса все равно заставит поднять до небес стоимость в пересчете на каждый бит данных, в частности, на плотно заселенных рынках.

## LTE-U и LAA

Нелицензируемые (unlicensed) диапазоны LTE (LTE-U) работают в некотором смысле подобно сервису совместного использования автомобилей (ride-sharing service) в беспроводных коммуникациях. В LTE-U используется сигнал в стиле LTE в нелицензируемом диапазоне 5 ГГц – тот же самый диапазон, который используют передовые сети Wi-Fi для передачи данных, а также (в несколько меньшей степени) голосового трафика.

Однако, подобно сервису совместного использования автомобилей, эта технология также подвержена транспортным пробкам, так как в ней частоты используются совместно с трафиком данных. В зависимости от условий развертывания «бутылочным горлышком» (узким местом) может оказаться как голосовой трафик, так и трафик данных.



## LAA: стандартизация в нелицензируемых диапазонах

В некоторых случаях спецификация LTE-U позволяет устанавливать приоритет голосового трафика на используемых частотах, независимо от того, какой другой трафик пытается одновременно пройти через сеть. Там, где голосовой трафик агрегирован на основе предоставления доступа с помощью лицензий (Licensed-Assisted Access, LAA), схема, действующая по принципу «слушай, прежде чем говорить» проверяет, свободна ли частота, прежде чем перейти к установлению соединения.

Этот порядок становится всеобщим стандартом. В некоторых странах он является нормативным требованием. Однако в любом случае какому-либо одному типу трафика будет предоставлено разрешение за счет другого. Для оператора схема LAA – это формально стандартизованный способ добавления данных на нелицензируемых диапазонах к существующему диапазону LTE. Для решений IBW это означает локальную интеграцию инфраструктуры LTE и Wi-Fi с целью передачи данных и голоса через параллельные системы, работающие с аналогичной скоростью и латентностью.

## Интеграция с сетью для лицензируемого диапазона

Необходимо еще раз повторить, что при любом решении IBW для нелицензируемых диапазонов предприятию или компании все равно придется обеспечить интеграцию с лицензируемыми диапазонами, используемыми операторами беспроводных сетей, чтобы быть на связи с внешним миром, хотя сейчас уже появляются альтернативы, способные изменить это требование (см. на боковой врезке).

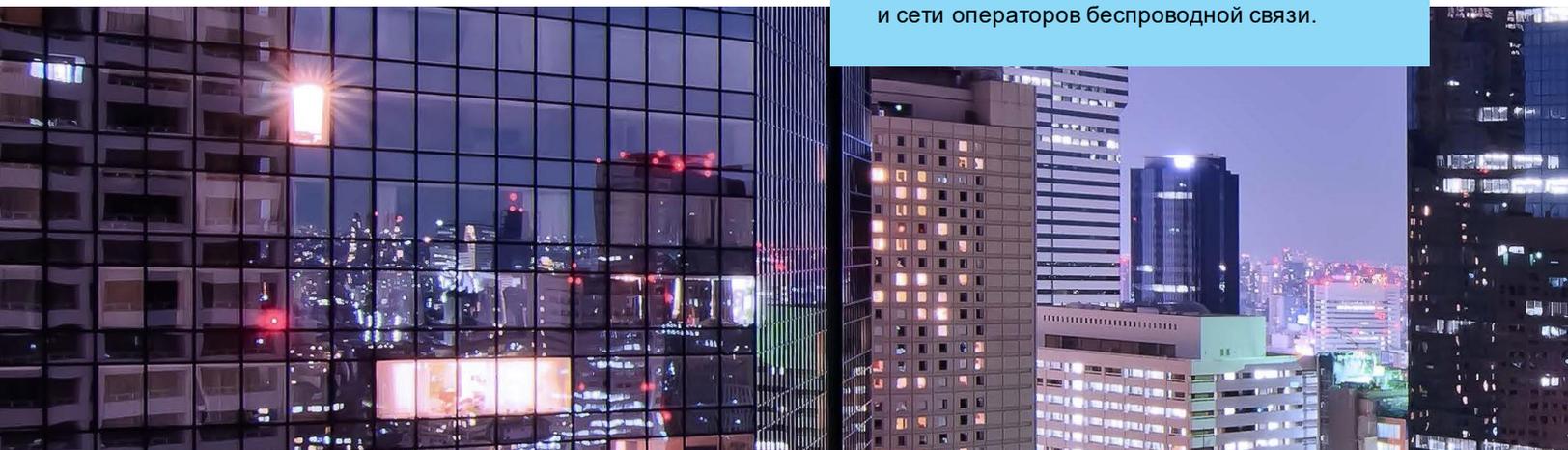
Следует также учитывать быстрое приближение платформы 5G, которая призвана определить по-новому возможности беспроводных сетей и их расширений – решений IBW. Технологии LTE останутся в игре еще на много предстоящих лет, но уже не останутся единственным вариантом.



## IBW: краткие сведения

Техническое решение MulteFire, предназначенное для нелицензируемых частот, не требует таких же процессов интеграции, как LTE-U. Аналогично VoWiFi, оно может плавно интегрироваться с крупноразмерной сетью.

Хотя к концу 2016 года решение MulteFire еще не было полностью стандартизировано, оно использует радиоинтерфейс для прямого подключения к более крупным сетям, таким как сети провайдеров услуг Internet (ISP) и сети операторов беспроводной связи.



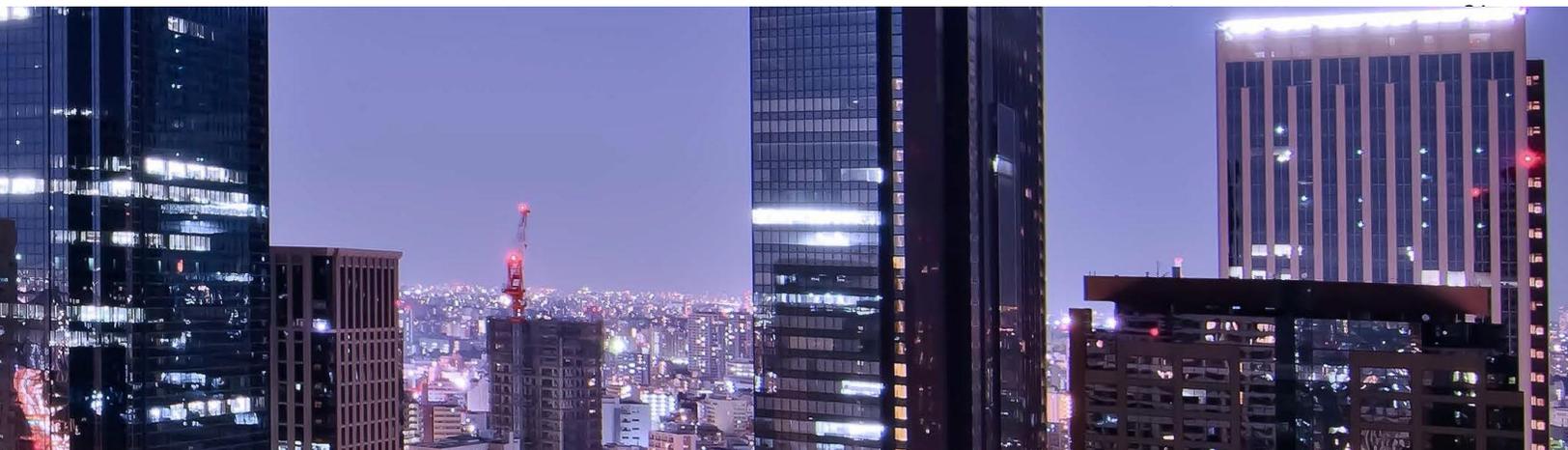
## Выводы: расширение и модернизация, а не замена

Реальные требования бизнеса привели к появлению невероятного количества инноваций в использовании диапазонов нелицензируемых частот для обеспечения сетевых соединений внутри помещений. Приемлемые по стоимости и быстрые в развертывании решения IBW для нелицензируемых частот, такие как VoWiFi и LTE-U обеспечивают эффективные способы экономии бюджета, как с финансовой стороны, так и с точки зрения использования спектра частот.

Однако ограничения, свойственные работе в нелицензируемых диапазонах частот, означают, что для большинства предприятий и компаний этих решений не будет достаточно, чтобы обеспечить сетевые соединения по всему обслуживаемому пространству с высокой производительностью, надежностью и качеством предоставляемого сервиса (QoS). В настоящее время требуется также решение IBW для лицензируемых диапазонов, чтобы перемещать этот трафик в основные крупноразмерные сети операторов и из этих сетей. В следующей главе мы рассмотрим более подробно аспекты комплексного партнерства между решениями IBW и сетями Wi-Fi, и увидим, что их совместное существование является не только возможным, но и выгодным.

## Краткие итоги главы 6

- Возрастающий спрос – вот движущая сила, под воздействием которой появились решения IBW для нелицензируемых диапазонов частот.
- Решение VoWiFi обеспечивает поддержку многих операторов, но имеет недостатки из-за своей ограниченной производительности.
- Решение LTE-U использует диапазоны частот совместно с Wi-Fi, но это может приводить к замедлению работы сетей передачи данных.
- Схема LAA предоставляет способ агрегирования трафика лицензируемых и нелицензируемых диапазонов в одном канале.
- Как для VoWiFi, так и для LTE-U требуется интеграция с сетями операторов.
- Техническое решение MulteFire имеет возможности прямого взаимодействия с крупноразмерной сетью.
- В большинстве случаев развертывания IBW в масштабах предприятия можно получить выгоду, применяя сочетание сетей для лицензируемых и нелицензируемых диапазонов частот.



# ГЛАВА 7



# Когда Wi-Fi достаточно, а когда нет

## Во многих случаях Wi-Fi – это лишь часть головоломки

Как уже отмечалось в главе 2, среди руководителей предприятий, владельцев зданий и даже опытных архитекторов существует множество мнений о том, что на самом деле следует считать достаточным решением IBW – и на этот вопрос нелегко ответить. Однако один факт остается истинным, независимо от размера или конфигурации пространства, для которого вам необходимо обеспечить зону покрытия: сетевое покрытие на основе одного лишь Wi-Fi не позволяет создать полное решение IBW.

Подобно всем остальным опциям, которые мы рассматривали выше (малые ячейки, DAS и другие), Wi-Fi занимает определенное место, когда речь идет об обеспечении беспроводных соединений для арендаторов. Но в большинстве обстоятельств одного лишь Wi-Fi будет недостаточно. Даже с намного большей функциональностью, предоставляемой новейшими стандартами и приложениями Wi-Fi, эта технология не может заменить наложенные сети LTE или 5G.

## Совместно используемые диапазоны (и почему выделенный спектр стоит миллиарды)

Покрытие Wi-Fi предусматривается в большинстве больших зданий и предприятий, и для этого есть причины. Вряд ли вам захочется сидеть в кафе или жить в гостинице, если там нет бесплатного Wi-Fi. С другой стороны, то, что делает установку Wi-Fi такой легкой, может сильно мешать производительности ее работы, особенно при развертывании на предприятии и соглашениями о уровне обслуживания (SLA). Дело в том, что Wi-Fi использует нелицензируемые, нерегулируемые диапазоны частот 2,4 и 5,0 ГГц.

Что значит использовать нелицензируемые диапазоны? Это значит, что у вас есть свобода действий и возможность создать сеть быстро и без проблем с оформлением согласований и разрешений. Но также это значит, что у вас не будет контроля над эффективностью вашей сети, ее безопасностью и надежностью. Решения IBW, использующие лицензируемые выделенные диапазоны, предоставляют владельцу или управляющему права на выбранный ими спектр частот и защиту по закону в случае возникновения конфликта с другими сторонами по использованию этого спектра. Использование Wi-Fi не предоставляет таких гарантий и прав.

В мире беспроводных сетей Wi-Fi остается «диким Западом». Вот причины этого:



### Вы не владеете вашими каналами Wi-Fi

Фактически вы даже не первый в очереди.

Количество каналов Wi-Fi в нижней части диапазона 2,4 ГГц в большинстве регионов мира ограничено тремя, высокая пропускная способность диапазона Wi-Fi 5 ГГц обеспечивает до 14 каналов. Это позволяет множеству сетей работать поблизости друг от друга, не создавая взаимных помех.

Однако отсутствие средств контроля и надзора означает, что конфликты между соседями могут происходить, и часто происходят. При этом часто бывает, что у соседей более мощный сигнал, чем у вас. Тогда обычно между соседями заключаются неформальные соглашения о взаимной координации выбора каналов, чтобы избежать помех. В условиях предприятия одной из причин появления этой проблемы также является сменяемость арендаторов.

Другая проблема состоит в том, что Wi-Fi использует тот же самый спектр частот, что и доплеровская РЛС (радар на эффекте Доплера), которая используется в аэропортах и на метеорологических станциях. Если сеть Wi-Fi обнаруживает помехи от такого устройства, то она автоматически подчиняется радару, добровольно уступая свои каналы и, возможно, снижая производительность работы своей сети. Хотя обычно этой проблемы не так уж трудно избежать при первоначальной установке, бывают случаи, когда помехи в сетях, ранее свободных от конфликтов, возникают от передвижных станций с радаром Доплера.

Таким образом, нелицензируемый и нерегулируемый по своей сути Wi-Fi – это обоюдоострый меч. В одних случаях это может быть благом, а в других может приводить к непредвиденным проблемам.

## IBW: краткие сведения

Стоит отметить, что во многих случаях промышленной эксплуатации не требуется более высокий уровень производительности работы, безопасности и надежности, чем может обеспечить Wi-Fi.

На площадках розничной торговли или в смешанных пространствах, где Wi-Fi предоставляется скорее для удобства, чем для ведения бизнеса, сеть Wi-Fi может удовлетворительно работать без специального решения IBW.



# 2

## Все пользуются Wi-Fi. Но кто поддерживает его безопасность?

Сеть Wi-Fi легко установить и настроить, но поддержка ее защиты и безопасности – это совершенно другой вопрос. Получение доступа обманным путем (спуфинг) к точкам доступа в кафе уже стало одной из легенд ИТ-безопасности. В этих случаях злоумышленник создает свой собственный хот-спот Wi-Fi и имитирует точку открытого доступа Wi-Fi, ближайшую к нему. Когда подключаются другие пользователи (думая, что этот хот-спот является вашей сетью Wi-Fi), злоумышленник может перехватывать все, что эти пользователи отправляют через свои соединения, в том числе пароли, финансовые данные и другую важную информацию.

Идентификация и подавление этих угроз часто является трудным или даже невозможным делом, и большинство ИТ-отделов предприятий не имеют достаточно времени, чтобы заниматься такими проблемами. Специализированные решения IBW позволяют намного легче отслеживать подключенные устройства, быстро обнаруживать и локализовать угрозы безопасности.

# 3

## Применение Wi-Fi быстро растет – но это не всегда подходит для массового использования

Одним из вариантов, в котором сеть Wi-Fi может казаться избыточной при наличии решения IBW, является технология голосовой связи через Wi-Fi (Voice over Wi-Fi, VoWiFi).

Как видно из самого ее названия, она добавляет возможность передачи голосовых данных с мобильных устройств через диапазоны частот Wi-Fi в опорную сеть оператора.

Хотя эта функциональная возможность является полезной, она достигается ценой значительного снижения производительности, так как каждому небольшому пакету с информационными данными VoWiFi должен предшествовать медленно передаваемый заголовок. При обычной скорости повторения пакетов 50 раз в секунду, суммарные накладные расходы на передачу заголовка каждого вызова занимают значительную часть эфирного времени – это означает неэффективное использование ограниченной пропускной способности Wi-Fi даже в идеальных условиях.

Действующий в настоящее время стандарт Wi-Fi 802.11ac направлен на продвижение впечатляющей пропускной способности – 1,3 Гбит/с, но этот теоретический предел мало связан с фактическими скоростями, которые корпоративные пользователи получают на практике. Пропускная способность также является очень изменчивой величиной при развертывании в реальных условиях, она зависит от расположения точек доступа, распределения пользователей и типа требований, предъявляемых к сети.

## IBW: краткие сведения

Технология Wi-Fi по своей природе плохо подходит для эффективного обеспечения VoWiFi. Плавное звучание голоса требует высокой скорости повторения обновляющих пакетов, каждый из которых создает значительные накладные расходы при использовании эфирного времени и еще сильнее снижает ограниченную пропускную способность.

По этой причине VoWiFi на данной стадии своего развития реально может одновременно обслуживать примерно 25 голосовых соединений на каждый канал.

В отличие от этого, технология DAS может поддерживать 200 и более одновременных соединений на каждый канал, используя более стандартные решения, проверенные в условиях реальной эксплуатации.



# 4

## Сколько «девяток» вам нужно?

Решения IBW операторского класса обычно строятся с обеспечением эксплуатационной готовности (доступности) не менее чем «пять девяток». Это значит, каждая данная точка доступа будет доступна в течение 99,999 всего времени. Это значит, что в течение целого года ее суммарное время простоя составит не более пяти минут.

Даже самые лучшие решения Wi-Fi, с правильно выполненной установкой, оптимизацией и управлением, редко достигают уровня «три девятки» или 99,9% доступности. Хотя такая разница выглядит не очень большой, уровень «три девятки» означает, что вы можете ожидать почти девять часов простоя за каждый год.

Более распространенное значение 99 процентов («две девятки») дает ошеломляющие 83 часа простоя в году. Это может вызвать небольшую досаду у обычного розничного потребителя, проверяющего свою почту, но это уже будет настоящей катастрофой для банка, медицинской организации или другой организации, для которой сетевые соединения критически важны. В таких случаях простой оборудования могут приводить к упущенной прибыли, если не хуже.



## Знайте, что вам нужно, и без чего можно обойтись

В действительности все сводится к пониманию потребностей вашего предприятия в коммуникациях, и как Wi-Fi может или не может удовлетворить их. Ожидания почти вездесущего доступа к Wi-Fi становятся только все сильнее, поэтому включение сетей стандарта 802.11ac можно считать практически безусловным требованием для большинства владельцев зданий, менеджеров и архитекторов. На самом деле вопрос заключается в том, как превзойти возможности, которые может реально предоставить Wi-Fi в своем нынешнем состоянии?

Рассматривая тип трафика, для управления которым лучше всего приспособлен Wi-Fi, можно считать, что эта технология отлично подходит для условий такого предприятия, где доступ к Wi-Fi предоставляется посетителям, покупателям, гостям или другим пользователям, не связанным с выполнением критически важных задач бизнеса. Она также является экономичным дополнением для таких производственных условий, которые в значительной степени зависят от проводных соединений Ethernet.

Однако если ваши производственные условия – это медицинское учреждение, например, больница, где требуется медицинская телеметрия, или какая-либо другая ситуация, в которой большое значение имеют соглашения SLA или другие нормативные требования, то проблема неадекватного беспроводного покрытия, невысокой пропускной способности и эксплуатационной доступности становится намного серьезней – вплоть до критически опасной для основной деятельности.

Хорошие новости для владельцев зданий, менеджеров и архитекторов состоят в том, что если имеется Wi-Fi, это ни в коем случае не исключает другие платформы, спроектированные для обслуживания других приложений, для которых Wi-Fi не пригоден.

Взаимное перекрытие нескольких беспроводных решений означает не только насыщение пространства здания оборудованием для разнообразных потребностей его обитателей, но также готовность к изменению потребностей в случае прихода новых арендаторов.

Когда речь идет о том, чтобы предложить недорогой защищенный доступ для обмена данными, Wi-Fi хорошо справляется с этой работой. Но в деле обработки голосовых коммуникаций внутри помещений или для доступа посетителей к передаче данных без аутентификации выделенное решение IBW предоставляет явные преимущества, поскольку оно не требует выполнения процедуры входа пользователя в систему (логин) и позволяет сотовому телефону работать, как если бы он находился вне помещения в сети оператора. Стоит отметить еще, что решение IBW также обеспечивает критически важную в некоторых случаях резервную избыточность для тех пользователей, кому не повезло попасть в девять часов (или даже 83 часа) ожидаемого ежегодного простоя сети Wi-Fi. Все, что им необходимо – это быстро переключиться из Wi-Fi в 4G/LTE (или, в скором будущем, 5G), и работу можно продолжать без прерываний.

## IBW: краткие сведения

Новейшие решения IBW имеют в своем составе систему DAS, которая работает по стандартам структурированных кабельных систем, а не традиционного коаксиального кабеля РЧ. Это позволяет не только снизить стоимость и облегчить установку, но и работать на одной и той же кабельной инфраструктуре, используемой для других приложений ИТ.

Эта новая технология позволяет достичь давно намеченную цель – конвергенцию ИТ, благодаря единой, унифицированной инфраструктуре.



## Итак, когда достаточно обойтись только Wi-Fi?

На этот вопрос можете ответить только вы сами, и ответ зависит от вашего понимания, каковы действительные возможности технологии Wi-Fi в ваших условиях, для каких задач она спроектирована, а для каких нет. Новые стандарты и развивающиеся технологии продвигают эту платформу вперед, но в качестве отдельного, автономного решения в здании, сооружении, на предприятии она остается в некотором роде рискованной игрой.

Как и в случаях со многими другими технологиями, ее сильные стороны одновременно могут быть и ее недостатками. Нелицензируемые диапазоны частот позволяют упростить и облегчить установку, но они подвержены влиянию помех; появляющиеся новые технологии расширяют пределы ее пропускной способности, но при этом выявляют свойственные ей ограничения; а ее простота и легкость уравновешивается двумя или тремя «девятками» эксплуатационной доступности, что означает несколько часов или даже дней простоя ежегодно.

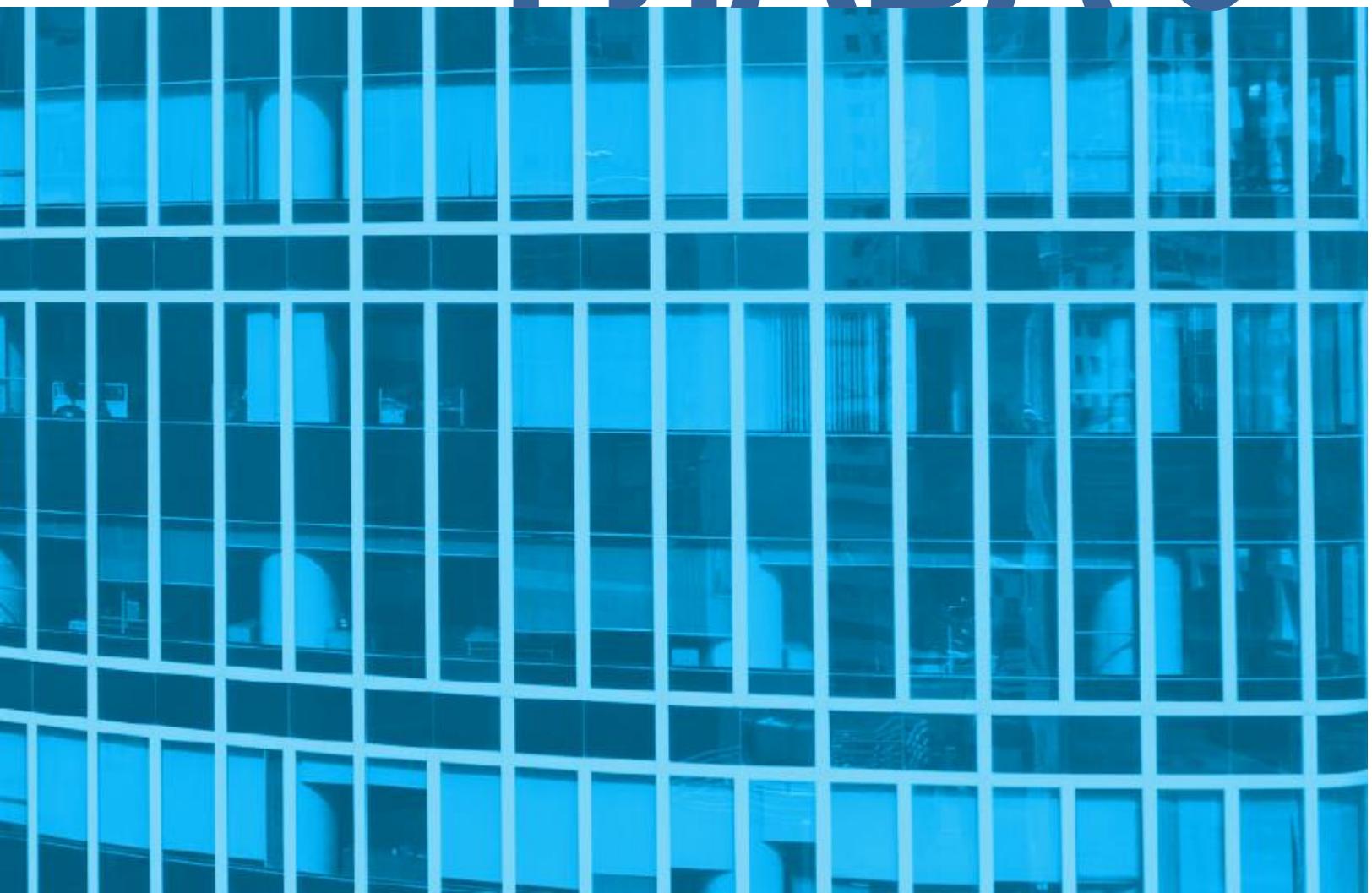
Для большинства производственных помещений наилучшей стратегией является сочетание решений Wi-Fi и IBW. Каждое из них занимает свое место, а в сложных условиях предприятия вам, скорее всего, потребуются они оба, чтобы ваши пользователи были довольны и работали продуктивно. В следующей главе мы рассмотрим, как установить и интегрировать техническое решение IBW.

## Краткие итоги главы 7

- Беспроводные сети Wi-Fi есть повсюду – этого и ждут от них люди.
- Нелицензируемые диапазоны частот позволяют быстро выполнить установку, но могут возникать проблемы с производительностью работы, когда имеются помехи от соседних сетей или от доплеровских радаров.
- Мошеннические точки доступа Wi-Fi и другие угрозы и риски безопасности бывает трудно обнаружить.
- Голосовая связь через Wi-Fi (VoWiFi) может сильно снижать и без того ограниченную пропускную способность Wi-Fi из-за своих чрезмерно высоких накладных расходов и за счет другого трафика.
- Wi-Fi работает все быстрее, но в реальных условиях теоретический предел скорости все равно остается практически недостижимым.
- Сеть Wi-Fi достаточно надежна, но не во всех случаях использования.
- Перекрывающиеся сети Wi-Fi/DAS обеспечивают оптимальную гибкость, производительность и надежность.



# ГЛАВА 8



# Развертывание IBW

## Выполнить развертывание IBW теперь проще, чем когда-либо прежде.

Предположим, что вы – управляющий здания, где расположены арендуемые помещения для офисов. Или вы – владелец здания, в котором надо сделать ремонт, чтобы заинтересовать новых арендаторов. Или вы – архитектор, желающий предоставить вашему заказчику самые лучшие варианты доступных беспроводных сетевых соединений. Кем бы вы ни были, IBW должно быть вашей целью. Решение IBW может иметь смысл в вашей ситуации, но ваша неосведомленность в любых других технологиях, отличающихся от Wi-Fi, приводит вас к сомнениям. В конце концов, даже самое передовое решение IBW не может сравниться с простой сети Wi-Fi, работающей, как говорится, «прямо из коробки». Но опять же, вам необходимо больше, чем может предоставить одна лишь сеть Wi-Fi.

На первом этапе необходимо определить, будет ли более подходящим для обслуживания данного пространства решение на основе DAS или малых ячеек, интеграция с одним или несколькими операторами, большая или малая мощность, и т. д. К этому моменту у вас уже должны быть некоторые соображения в отношении ваших ожиданий и требований. Если нет, не беспокойтесь. Ваш партнер сможет помочь вам принять это ключевое решение на ранней стадии.

К счастью, независимо от того, на каком решении IBW вы остановите свой выбор, существуют пять этапов на пути к воплощению вашего решения в реальность. Еще лучше, что на каждом этапе вы можете получить помощь, как пройти этот этап и двигаться дальше. Рассмотрим эти этапы.

## Этап 1: Проектирование

Проектирование решений IBW не похоже на проектирование мостов или зданий. Оно больше похоже на проектирование динамически изменяющихся, живых экосистем. Хороший проект IBW – это такой проект, который охватывает каждый участок, где вам нужны сетевые соединения, с минимальными перекрытиями между обслуживаемыми зонами. Он также учитывает факторы, имеющие значение за пределами стен вашего здания.

- **Выберите делового партнера с заслуженной репутацией.** Первый пункт очевиден: вы ведь не собираетесь выполнять установку вашего решения IBW самостоятельно. Для планирования, развертывания и ввода в действие такой системы требуются специалисты.

На большинстве рынков имеется широкий выбор партнеров, которые могут помочь вам с планированием наилучшей системы для ваших индивидуальных условий. Рекомендуется, по возможности, чтобы вы работали с такой компанией-подрядчиком, которая в дальнейшем также выполнит развертывание вашей системы, мы обсудим это ниже.

## IBW: краткие сведения

Кем бы вы ни были, скорее всего, вы не инженер. К счастью, вам не требуется им быть, чтобы интегрировать решение IBW в рабочую среду вашего предприятия.

Вам потребуется партнер, которым может быть крупный оператор беспроводных сетей масштаба страны или (что более вероятно в случае развертывания на небольших предприятиях) какая-либо компания по инжинирингу решений IBW.



- **Получите для себя полное представление о рабочей среде вашего предприятия.** Как только вы выберете делового партнера по проектированию, он должен начинать с создания виртуальной 3-мерной модели пространства вашего предприятия, используя специальное программное обеспечение, моделирующее распространение сигнала внутри помещений.

Это делается для определения мест расположения антенн и точек доступа таким образом, чтобы они обеспечивали максимальную пропускную способность и качество обслуживания (QoS) пользователей, и размещались в местах с наибольшей потребностью в сетевых соединениях.

**Все «наружное» держите снаружи.** В главе 5 мы рассматривали различные случаи использования, а также преимущества решений IBW, как на основе DAS, так и малых ячеек. Какое бы из них вы ни выбрали, вашему проектировщику в первую очередь будет необходимо обеспечить приоритет радиоканалов внутри стен вашего здания, и держать наружную сеть снаружи.

Это значит, что необходимо при планировании вашей зоны покрытия IBW обеспечить заведомо более высокий уровень сигнала, чем у любого сигнала из крупноразмерной сети, проникающего через стены и окна. Крупноразмерная сеть может быть недостаточно мощной, чтобы обеспечивать соединения внутри помещений, но достаточно мощной, чтобы создавать помехи на частотах, которые будут использоваться ваше решение IBW. Вам нужно, чтобы каждая точка доступа или антенна работала с достаточной мощностью, и могла полностью заглушить любые посторонние сигналы внешней крупноразмерной сети.

## Этап 2: Развертывание

Как вы на самом деле будете развертывать ваше техническое решение IBW, зависит от размера, формы и использования доступного пространства. Сейчас мы уже находимся на стадии практической реализации планов, разработанных на этапе проектирования.

- **Мощность – движущая сила решения.** Решения IBW, в частности решения DAS, обеспечивают различные уровни мощности, подходящие для различных условий рабочей среды. Для помещений небольших офисов подходят системы с малой мощностью. Для более крупных коммерческих помещений, например, высоких зданий или подземных пространств необходимы более высокие уровни мощности, чтобы сигналы могли проходить через конструкции здания.
- **Как «подружить» инфраструктуру коммуникаций с физической структурой.** Развертывание решения IBW в существующем здании обычно означает прокладку нового кабеля между головным узлом и множеством точек доступа, покрывающих пространство. В некоторых случаях это означает прокладку коаксиального кабеля в горизонтальной плоскости (то есть, по всему полу здания) и волоконно-оптического кабеля в вертикальной плоскости (опорная сеть, соединяющая все горизонтальные уровни с головным узлом).  
  
Стоит отметить, однако, что в настоящее время имеются инновационные новые решения DAS и малых ячеек, работающие на обычном кабеле, применяемом в IT, например, кабеле категории 6A или даже более старом кабеле категории 5. И эти кабели могут быть уже установлены по всему зданию, или же их можно установить с минимальными затратами времени и стоимости.
- **Плавная интеграция с оператором.** Как только физическая инфраструктура будет установлена, решение IBW необходимо подключить к сети или сетям операторов беспроводных сетей. Как это происходит, зависит от используемого решения. К примеру, при развертывании DAS не предусматривается базовый блок

## IBW: краткие сведения

Не все партнеры по проектированию обладают одинаково высокой квалификацией и не способны предлагать все возможные решения IBW. Ищите партнеров, сертифицированных не только в технологии IBW, но также по конкретным продуктам, с которыми они будут работать, когда дело дойдет до инсталляции.

Многие производители решений IBW предлагают сертификацию для таких партнеров, наряду с непрерывным обучением новейшим решениям и технологиям. Например, при компании CommScope работает академия инфраструктурных решений (CommScope Infrastructure Academy) - онлайн-программа сертификации, которая гарантирует качество работы специалистов, занимающихся инсталляцией фирменных технических решений CommScope.

в здании – у DAS нет собственного радиостанции. Для работы DAS она должна быть подключена к крупноразмерной сети. Это значит, что с системой DAS могут работать множество сетей операторов, если есть такая необходимость. Все, что им нужно сделать, это «подключить» свои радиостанции для быстрого доступа ко всей DAS.

При развертывании малых ячеек в составе решения предусматривается свой собственный радиостанция, который затем должен интегрироваться с сетью оператора при помощи транспортной сети. Такие виды интеграции могут быть достаточно сложными, поскольку операторы требуют выполнения требований своих собственных спецификаций, прежде чем разрешить интеграцию. Это также означает, что типичное решение на основе малых ячеек будет поддерживать только одну сеть оператора.

## IBW: краткие сведения

Компания CommScope подключает корпоративных заказчиков, используя для этого обученных сертифицированных экспертов, которые могут выполнять проектирование, инсталляцию и техническую поддержку IBW.

Эти эксперты входят в сеть глобальной организации PartnerPRO® Network, которая может предоставлять полную поддержку работ «под ключ», с начала до конца, а также обеспечивать оптимальную гарантийную поддержку технических решений, приобретенных у компании CommScope.

## Этап 3: Пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию

Итак, установка ваших аппаратных средств выполнена, все соединения и подключения готовы, осталось только щелкнуть выключателем, чтобы система начала работать, так? Нет! Система, спроектированная даже самым лучшим образом, нуждается в первоначальной наладке и настройке, чтобы все уровни мощности были сбалансированы, и все зоны покрытия были обеспечены. Это называется пусконаладочные работы.



- **Налаживайте и переналаживайте.**

В реальных условиях показатели работы могут в некоторых пределах отличаться от теоретических значений, установленных в проекте, поэтому необходимы настройки и регулировки. В зависимости от типа вашего технического решения IBW, этот процесс может выполняться вручную или под управлением программного обеспечения.

В большинстве случаев развертывания IBW требуется, чтобы радиоинженеры провели измерения уровней сигнала в зоне покрытия и проверили, нет ли проникновения помех от наружной крупноразмерной сети. Затем необходимо выполнить замеры уровней мощности индивидуальных точек доступа и при необходимости скомпенсировать различия. Эти действия следует повторять, пока не будет обеспечена удовлетворительная работа всей сети.

- **Малые ячейки предельно просты на этом этапе.**

Как правило, малые ячейки проще в настройке и ведут себя менее привередливо в реальных условиях, чем большинство решений DAS. Это особенно верно в случае малых ячеек, работающих на инфраструктуре кабелей IT.

- **Зато у DAS в запасе имеется парочка трюков.**

Современные решения DAS, в том числе некоторые из них, работающие на инфраструктуре IT, могут иметь в своем составе развитые интеллектуальные средства и возможности для настройки и регулировки, позволяющие выполнять дистанционно мониторинг, поиск и устранение неисправностей, в дополнение к более традиционным функциям, таким как дистанционная регулировка уровней мощности. Эти новые опции часто можно использовать, находясь где угодно, так как они реализованы через интерфейс обычного web-браузера.

Некоторые из них могут даже автоматически настраивать сами себя, регулируя уровни не только при установке, но и постоянно, реагируя на изменения объема запросов сетевых соединений. Компания CommScore является лидером в инновационных разработках этих решений. Два примера таких решений приведены ниже.

### IBW: краткие сведения

Компания CommScore предлагает два решения DAS, достойных вашего внимания, которые значительно упрощают процессы пусконаладочных работ, оптимизации и мониторинга.

ION-U® – это традиционное решение на инфраструктуре PC, имеющее встроенные интеллектуальные возможности, которое практически устраняет потребность в радиоинженерах на этих стадиях проекта.

ION-E® – решение для конвергентной инфраструктуры IT, которое динамически масштабирует пропускную способность, когда и где это бывает необходимо, используя свое собственное программное обеспечение для постоянного мониторинга активности.

## Этап 4: Оптимизация

Как только все настройки уровней мощности будут выполнены, следующим этапом должна быть оптимизация сети IBW, в ходе которой следует найти возможные зоны помех на пути РЧ сигналов. Это необходимо, чтобы обеспечить высокое качество (QoS) и адекватную пропускную способность во всех зонах покрытия. И опять же, эту работу лучше всего выполняют сертифицированные инженеры с высокой квалификацией, хорошо знающие технические решения, используемые в конкретном проекте.

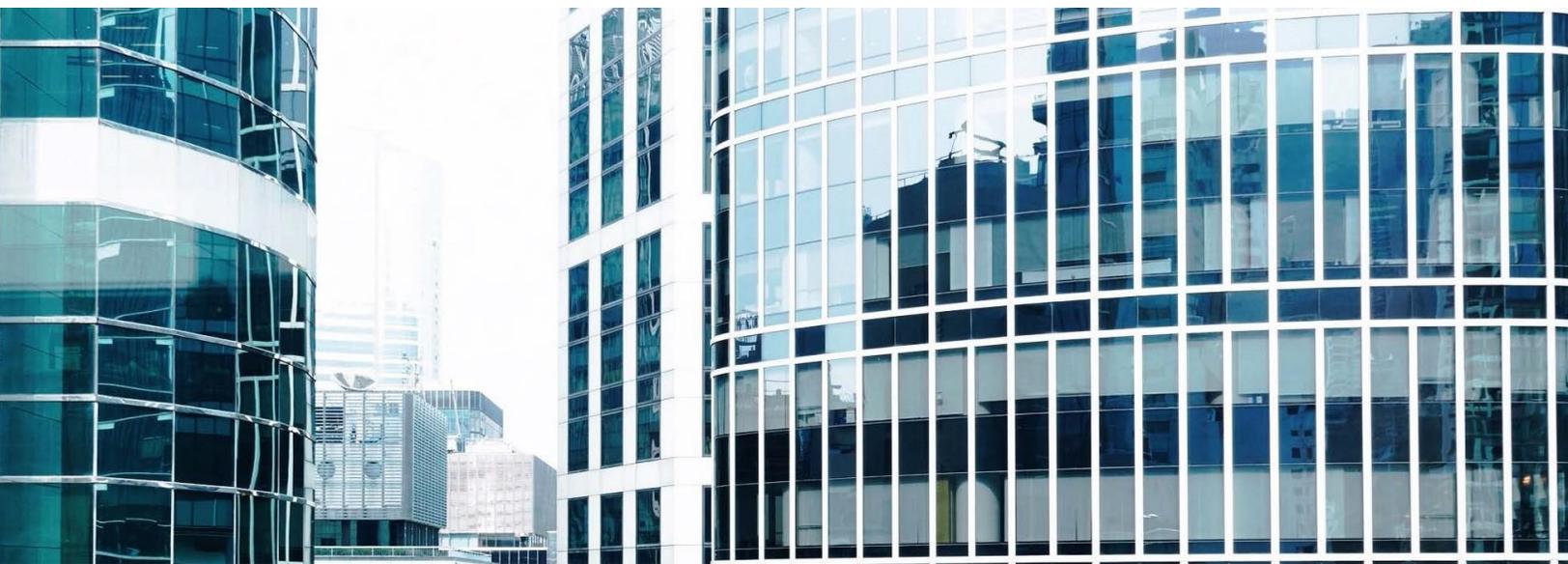
- **Проверьте восходящую и нисходящую ветви.** Для большинства проектов развертывания DAS и малых ячеек помехи (интерференцию) можно измерить и изолировать в головном узле, проверив тракты восходящей и нисходящей ветвей линии связи, которые соединяют систему IBW с основной сетью.
- **Отрегулируйте антенны точек доступа, чтобы уменьшить взаимное перекрытие.** Если возрастают интерференционные помехи, то, скорее всего, это вызвано наличием взаимно перекрывающихся зон покрытия соседних антенн. Этот процесс также может быть довольно медленным, поскольку каждое взаимное изменение необходимо выполнить, проверить и выполнить еще раз, пока интерференции не будут снижены до приемлемых уровней.

На этой стадии в большой степени проявляются преимущества от привлечения компании-партнера по инжинирингу, предоставляющего услуги «под ключ», поскольку самостоятельно выполнить эти работы может быть особенно трудно.

### IBW: краткие сведения

В настоящее время имеются современные решения IBW, позволяющие значительно упростить процесс, ранее доставлявший много трудностей. В дополнение к преимуществам таких решений DAS компании CommScope, как ION-U и ION-E, фирменный продукт OneCell™ обеспечивает инновационный способ создания малых ячеек, полностью исключая любые межсекторные помехи.

Программное обеспечение динамически отслеживает и регулирует все точки доступа, с целью создания одной виртуальной «супер-ячейки», которая фактически не имеет границ между ячейками и, следовательно, не имеет межсекторных помех, благодаря чему можно выполнить ее быструю оптимизацию.



## Этап 5: Мониторинг и техническое обслуживание

Решения IBW не бывают статичными, поскольку потребность в сетевых соединениях не является статичной, особенно в условиях работы предприятия, здания или сооружения. Арендаторы приходят и уходят, расширяются, меняют условия своих контрактов с компанией-оператором и т.д. В зонах с наиболее высокой потребностью в сетевых соединениях всегда будет необходимо повторно выполнять балансировку уровней мощности, а изменения в окружающей среде внешней сети будут приводить к изменениям влияния помех на пропускную способность и QoS вашей системы IBW. В результате действия всех этих факторов решениям IBW требуется постоянный мониторинг, поддержка и техническое обслуживание.

- **Привлекайте экспертов.**

Не надейтесь, что персонал вашего отдела IT обладает достаточным опытом управления системой IBW. Скорее всего, вам потребуется помощь сторонней организации, предпочтительно такой, которая оказывает весь спектр услуг «под ключ» и предоставляет профессиональную поддержку после ввода IBW в эксплуатацию.

- **Помощь должна находиться неподалеку.**

Поскольку многие срочные вызовы для поиска и устранения неисправностей требуют физической регулировки антенн или физического передвижения точек доступа, критически важно, чтобы компания-партнер находилась не слишком далеко от вас.

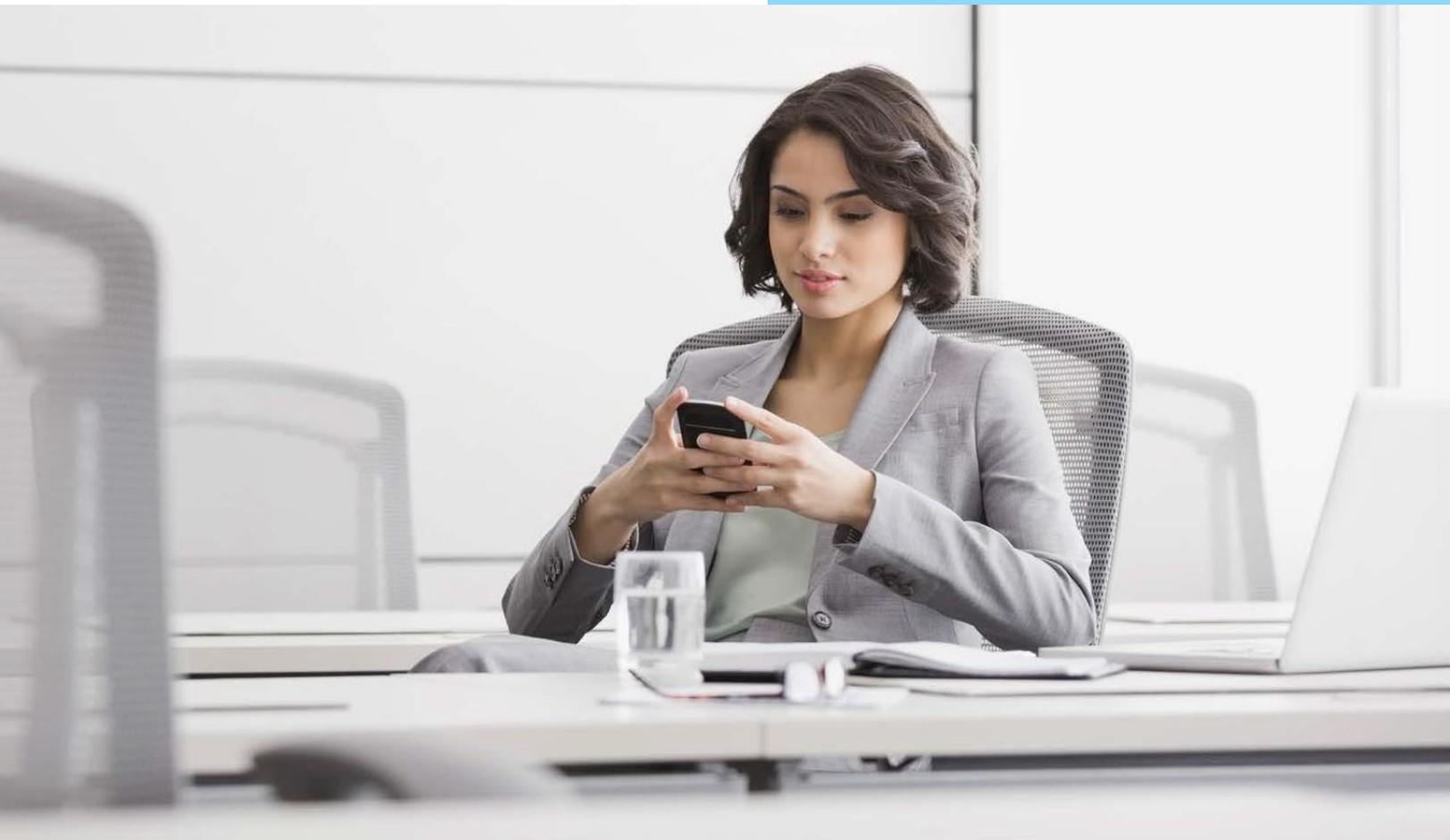
- **Учитывайте возможности бюджета при заключении контрактов с партнерами.**

Не каждая неисправность IBW является катастрофой, и не каждая проблема требует немедленного реагирования. Управлять системой IBW обычно можно на различных уровнях. В зависимости от характера использования IBW в вашем здании, сооружении вас может вполне устроить менее дорогостоящий контракт, в котором не гарантируется немедленное реагирование на вызовы и оказание помощи в тот же день.

Еще одним способом получения максимальной отдачи от каждого доллара, потраченного на техническое обслуживание, является выбор решения IBW со встроенным программным обеспечением для управления. Такие решения могут автоматически обнаруживать проблемы, определять участки, где прекратилось предоставление сервиса, и автоматически генерировать сигналы тревоги и заявки на устранение неисправностей, которые отправляются напрямую компании-партнеру. Это помогает ускорять решение проблем, экономить время и ресурсы.

### IBW: краткие сведения

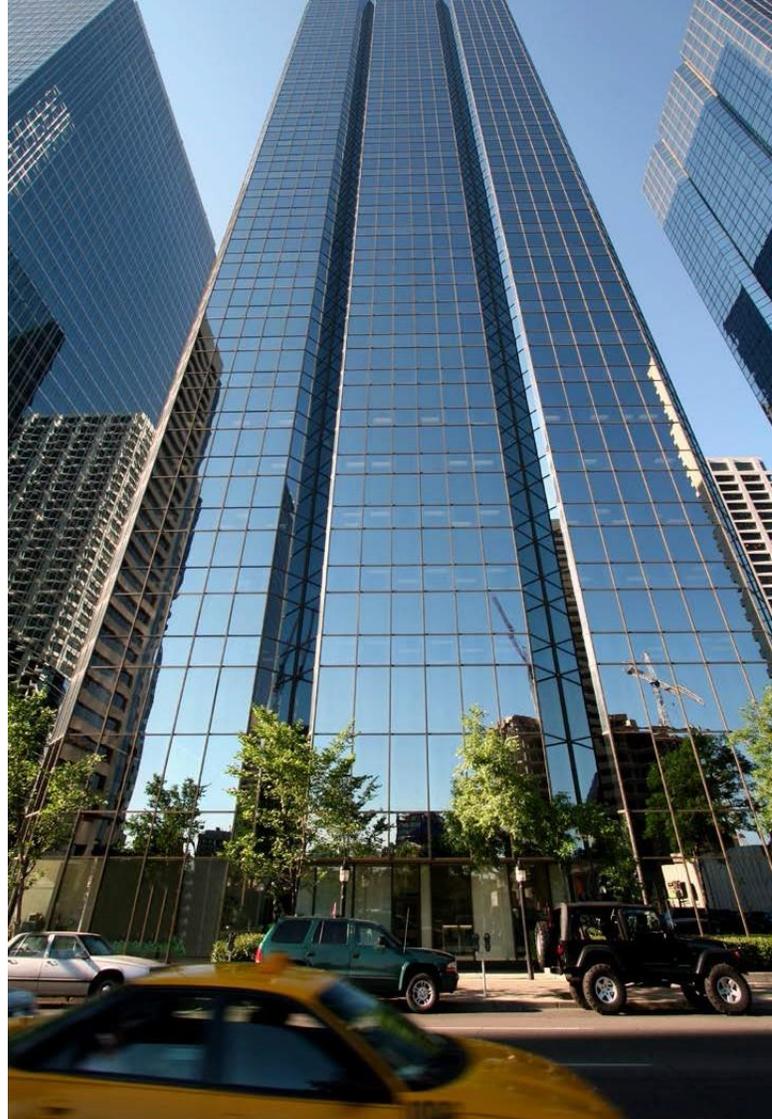
Вместе с множеством других своих возможностей по мониторингу и управлению DAS, программное обеспечение Andrew® Integrated Management and Operating System (A.I.M.O.S.) компании CommScope автоматически обнаруживает проблемы DAS и генерирует заявки на проведение работ для компании-партнера по обслуживанию IBW, что позволяет экономить время и деньги.



## Как лучше всего выполнить развертывание IBW? Лучше всего – с правильно выбранным партнером.

Решения IBW прошли долгий путь развития, начиная со времен первой системы DAS. Сегодняшние решения систем на основе DAS и малых ячеек уже более доступны по стоимости, они более разносторонние по своим возможностям применения и легче в инсталляции, чем когда-либо прежде.

Действуя совместно с правильно выбранным партнером, предприятие, компания или организация может успешно развернуть и ввести в эксплуатацию эффективное техническое решение IBW. В отличие от Wi-Fi, IBW не является готовым решением «из коробки», поэтому так важно понимать его особенности и правильно планировать его бюджет. Непрерывно продолжающееся последующее техническое обслуживание также потребует вашего внимания – и это подводит нас к заключительной теме: финансирование проекта развертывания вашей системы IBW.



### Краткие итоги главы 8

- Системы IBW в настоящее время являются более доступными и менее дорогостоящими, чем когда-либо прежде.
- Пять основных этапов: проектирование, развертывание, пусконаладочные работы с вводом в действие, оптимизация, и мониторинг/техническое обслуживание.
- Системы IBW находятся в пределах территории предприятия или компании, оставленной без обслуживания оператором беспроводных сетей связи.

# ГЛАВА 9



# Финансирование проекта вашей системы IBW

Итак, у вас есть план.  
Его нужно финансировать.

Создание плана IBW – это только половина дела. Вам необходимо разработать финансовую сторону, чтобы обосновать объемы инвестиций для ваших арендаторов и для себя. Финансирование реализации технического решения IBW можно сравнить с восхождением на горную вершину, но путей, ведущих к этой вершине, здесь часто бывает больше одного.

В этой главе рассматриваются три наиболее широко используемые модели финансирования для технических решений IBW, а также некоторые способы их возможных сочетаний с целью создания более привлекательных вариантов.

Мы начнем с наиболее оптимистичной модели для предприятий, занимающих пространства малого и среднего размера. Как и ранее, ваши местные условия и обстоятельства могут варьироваться, поэтому не забывайте учитывать их.



## Финансирование со стороны операторов беспроводных сетей.

Как уже говорилось в главе 2, операторы беспроводных сетей сделали IBW частью модели своего бизнеса в конце 1990-х годов.

В течение длительного времени финансирование этих инициатив страдало от влияния других приоритетов бизнеса. В результате сейчас операторы беспроводных сетей обычно расширяют свою поддержку только в случае крупных сооружений, таких как стадионы. Это происходит потому, что такие варианты быстро окупаются для оператора, даже в случаях, когда ему приходится доставлять трафик какого-либо другого оператора дополнительно к собственному трафику.

В других случаях операторы более охотно вступают в переговоры с целью предоставления решений IBW, рассчитанных на одного оператора, в небольших и потому менее прибыльных пространствах предприятий. Недостаток здесь в том, что поддерживается сеть только одного оператора. Пользователей сетей других операторов оставляют «на произвол судьбы». Для некоторых корпоративных сценариев, например, для компаний, где поддерживаются только устройства, выданные компанией (работающие все в одной сети), это вполне жизнеспособный вариант. Однако из всех корпоративных сценариев такие сценарии составляют лишь незначительное меньшинство.

Успешное применение модели с финансированием IBW от оператора в условиях предприятий малых и средних размеров встречается редко. Такая модель применяется все реже, поскольку жесткие условия конкуренции заставляют операторов выделять средства на другие планы, критически важные для ведения их бизнеса.



## Взаимодействие с нейтральной компанией.

Компании, нейтральные по отношению к владельцу – это сторонние провайдеры решений на основе DAS и малых ячеек, которые поддерживают многих операторов и выставляют этим операторам счета за доступ к IBW. Другими словами, они выполняют установку системы IBW, а затем взимают плату с владельцев сотовых сетей за их трафик, проходящий через эту IBW.

В этом случае, опять же, существует некоторый барьер в виде предельного объема окупаемости инвестиций, который нейтральный владелец может получить от установки и эксплуатации системы IBW. Иначе говоря, он не может построить скоростную магистраль, если по ней не будет ездить достаточно много автомобилей, чтобы она была выгодной.

Это ограничение отражается в контрактах, заключаемых с такого рода третьими сторонами, где часто можно видеть положение, определяющее положительную окупаемость, как условие продолжения работы, а также право контроля над физической инфраструктурой IBW.

Несмотря на это препятствие, относительно низкие капитальные затраты и текущие эксплуатационные расходы делают эту модель финансирования привлекательной для предприятий.



### Финансирование из собственных средств.

В этой модели вы сами делаете все покупки, выполняете установку и по своему усмотрению нанимаете техническую поддержку и мониторинг. За оператором остается поддержка источника радиосигнала, если только у вас не развернута система малых ячеек, в случае которой радиоустройство является частью вашей инфраструктуры, и тогда финансировать его можете или вы, или оператор.

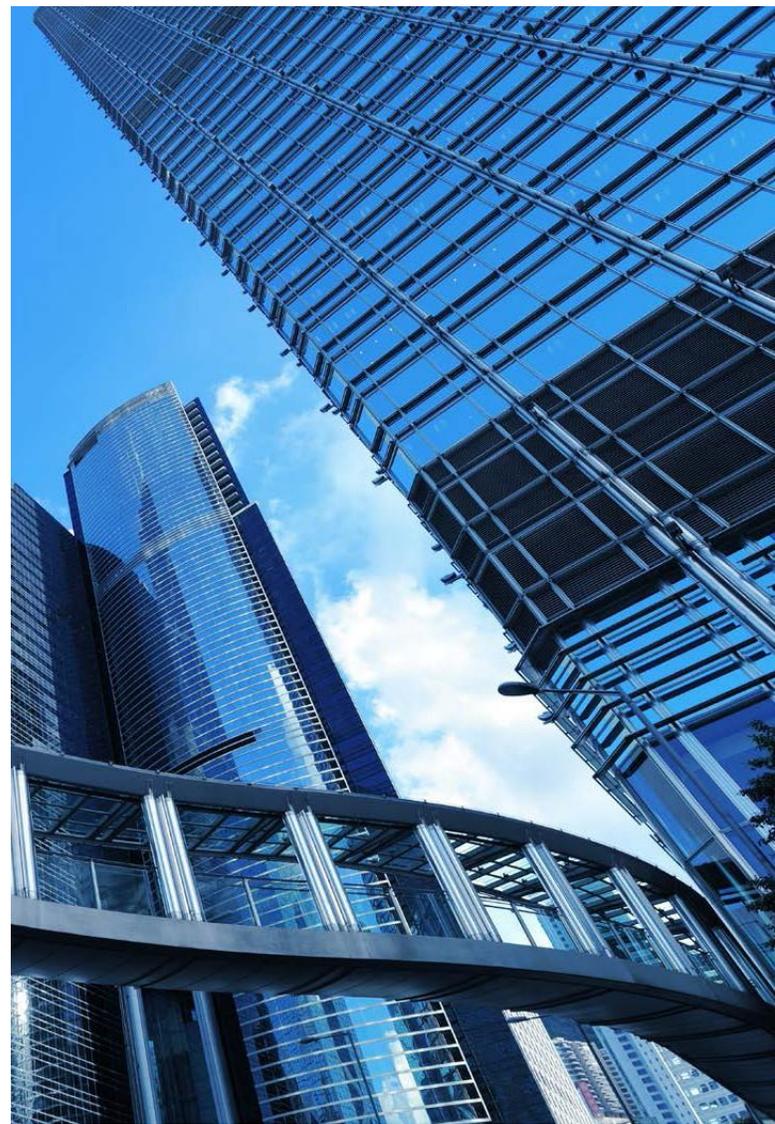
Система IBW, принадлежащая предприятию или компании, может строиться с обеспечением поддержки такого количества операторов, технологий и частотных диапазонов, какое необходимо ее владельцу. Эта возможность особенно полезна в ситуациях, когда ваша IBW должна поддерживать множество различных типов устройств в сетях многих операторов, например, в рабочих пространствах типа «принеси свое собственное устройство» (Bring-Your-Own-Device, BYOD) или в помещениях массовых розничных продаж, где посетители предполагают иметь доступ к вашей системе IBW со своих персональных устройств.

При определении затрат следует учитывать, что новейшие решения IBW можно интегрировать в традиционную структуру ИТ предприятия, используя для горизонтальных участков сетевой кабель высокого качества вместо более дорогого коаксиального кабеля. Во многих случаях здание может быть уже оборудовано кабелем для ИТ, что позволяет значительно снизить капитальные затраты. Этот положительный момент позволяет изменить бюджет проекта в вашу пользу.

В общем и целом, эта модель очевидно приводит к самым большим капитальным затратам и текущим эксплуатационным расходам. Предприятию, возможно, придется финансировать соглашения с оператором, чтобы утвердить свой собственный источник DAS, и установить базовую станцию с трансивером или репитером, или интегрировать свое радиоустройство для малых ячеек непосредственно в сети операторов. Однако существуют возможности для частичной компенсации этих затрат в модели смешанного финансирования. Этот вариант мы сейчас и рассмотрим.

## Модели смешанного финансирования

Проект любой системы IBW можно подразделить на составляющие эксплуатации, подключения и функции, распределение прав собственности и ответственности. Иногда самое практичное решение не обязательно точно соответствует одной из трех основных моделей, описанных выше. Для нахождения оптимального баланса можно применять модели со смешанным финансированием.



Обычно смешанная модель появляется в случае финансирования трех различных частей:

- Активное оборудование IBW
- Пассивный транспорт сигнала
- Источник РЧ сигнала для DAS, или интегрированное радиоустройство для малых ячеек



Применяются ли в вашем решении IBW распределенные антенные системы (DAS) или малые ячейки, следует иметь в виду, что в своей основе это просто расширение радиосети оператора, и у него должен быть источник РЧ сигнала. Система DAS требует наличия базовой станции или репитера, подключенного непосредственно к эфиру, для соединения с крупноразмерной сетью оператора; у малых ячеек имеются свои собственные радиоисточники, которые должны быть интегрированы в крупноразмерную сеть через транспортные волоконно-оптические или микроволновые линии с соединениями «точка-точка».

В сценариях, где источником сигнала для DAS является базовая приемопередающая станция (Base Transceiver Station, BTS) или репитер, непосредственно связанный с эфиром, обычно предполагается, что стоимость этой части

сети ложится на оператора, хотя внутренней распределительной инфраструктурой владеет предприятие. Это значит, что оператор рассчитывает получать положительную окупаемость от своих инвестиций в BTS или репитер.

Другая возможность основана на привлечении инвестиций в проект IBW от некоторой сторонней компании, нейтральной по отношению к владельцу и оператору, и заключении контрактов со многими операторами по обработке трафика. При этом такая компания не является владельцем, не несет ответственности и не делает инвестиций в части проекта, относящейся к предприятию.

Однако при рассмотрении условий получения дохода, который мог бы получаться при таком распределении, становится неудивительно, почему этот сценарий встречается крайне редко. Существуют также и другие сочетания (рисунок 1).

### Финансируется предприятием

#### Преимущества:

- Помогает обеспечить работу системы со многими операторами
- Предприятие полностью владеет системой DAS
- Предприятие обеспечивает технологические обновления

#### Недостатки:

- Предприятие несет все затраты на DAS
- Предприятие или какая-либо третья сторона должна заниматься эксплуатацией DAS и ее техническим обслуживанием

### Нейтральный владелец

#### Преимущества:

- Помогает обеспечить работу системы со многими операторами
- Малые размеры или полное отсутствие капитальных вложений
- Владение в минимальном (предельном) объеме

#### Недостатки:

- Нет полного владения со стороны предприятия
- Долгосрочный контракт накладывает ограничения
- Чтобы перейти к этой модели, окупаемость инвестиций для операторов должна быть выше, чем в модели финансирования со стороны предприятия

### Финансируется оператором

#### Преимущества:

- Малые размеры или полное отсутствие капитальных вложений
- Владение в минимальном (предельном) объеме

#### Недостатки:

- Необходимо обеспечить, чтобы система работала со многими операторами
- Нет полного владения со стороны предприятия
- Долгосрочный контракт накладывает ограничения
- Окупаемость инвестиций для операторов должна быть высокой

Рисунок 1: Различные сочетания моделей финансирования с участием предприятия, нейтрального владельца и операторов; успешная модель должна обеспечивать положительную окупаемость инвестиций для всех участников.



## Золотое правило финансирования: учитывайте возможные альтернативы

Технические решения IBW действительно являются крупными инвестициями. Но при удачно складывающихся обстоятельствах предприятие не обязательно должно нести все расходы в одиночку. Хотя операторы уменьшили свои первоначальные амбиции и больше не пытаются предоставлять практически универсальное решение для сетевого покрытия внутри зданий с обеспечением любой пропускной способности и при любых конфигурациях и размерах пространства, все еще остаются возможности для заключения взаимовыгодных соглашений, позволяющих частично снять затраты с владельца здания, управляющего или архитектора. Компании, нейтральные по отношению к владельцу, также обеспечивают возможности для создания потенциально экономически эффективных решений IBW, если позволяют условия и это выгодно для них.

Самая важная идея, которую можно получить из предыдущего обсуждения, заключается в том, что существует значительное количество альтернативных вариантов финансирования IBW. При правильном выборе альтернативы это может в дальнейшем принести большие дивиденды.

## Краткие итоги главы 9

- Финансирование IBW можно осуществлять различными способами.
- Финансирование оператором может вообще ничего не стоить предприятию, но такое финансирование обычно предлагается только самым выгодным крупным предприятиям.
- Компании, нейтральные по отношению к владельцу, могут предоставлять недорогие или даже вообще бесплатные сетевые соединения IBW, если они увидят достаточно быструю окупаемость своих инвестиций.
- Финансирование IBW предприятием обеспечивает оптимальный контроль, но связано с резким ростом затрат.
- Сочетания финансирования решения IBW и прав собственности также влияют на финансирование проекта развертывания.

# ГЛАВА 10



# Будущее вашей системы IBW

## Решения IBW проделали долгий путь, и они шли разными маршрутами

Даже самые оптимистичные инженеры, специалисты по радиочастотам не могли представить себе, насколько далеким будет путь развития от первых мобильных телефонов, похожих на кирпич. Начавшись с первыми коммерчески доступными беспроводными устройствами в ранних 1980-х годах и включая сегодняшние передовые беспроводные сети, беспроводная революция продолжается и сегодня.

Где возникают препятствия, например, в пространствах интерьеров, построенных с применением материалов, поглощающих РЧ (бетон и специальное энергосберегающее стекло), там появляются новые решения, обеспечивающие надежность сетевых соединений, которой нельзя было достичь прежде. И эти решения не полагаются полностью на какой-либо единственный стандарт или архитектуру. В результате своего развития они превратились в экосистему технологий, каждая из которых стремится наилучшим образом справиться с конкретными условиями и различными потребностями.

## Развитие общества – движущая сила развития IBW

В этой книге был представлен обзор истории развития технических решений IBW, а также научных разработок и соображений, которые следует учитывать при выборе эффективных и экономичных решений IBW для внутренних пространств больших зданий и сооружений. Мы рассмотрели:

- Прошлое, настоящее и будущее решений беспроводных сетей внутри зданий (In-Building Wireless, IBW)
- Как правильно выбрать решение IBW для вашего предприятия, компании
- Распределенные антенные системы (DAS), малые ячейки и технологии Wi-Fi
- Технологии для работы в лицензируемых и нелицензируемых диапазонах частот
- Как финансировать проект вашего решения IBW

По мере того, как общественная потребность в повсеместном беспроводном сетевом покрытии становится обычным, повседневным делом, решения IBW становятся необходимостью для владельцев зданий, руководителей предприятий, архитекторов и других лиц, отвечающих за функциональность внутренних пространств зданий и сооружений.



## Компания CommScope – на переднем крае технических решений IBW

В нашей компании CommScope мы верим в эффективность свободного распространения информации и экспертного опыта в целях дальнейшего развития беспроводных решений в современном мире коммуникаций. Именно в нашей компании была изобретена распределенная антенная система (DAS), и еще 40 других невероятных решений, которые стали составными частями всемирной картины телекоммуникаций в течение последних 40 лет.

Сегодня наши решения предоставляют новейшие опции DAS и малых ячеек, в том числе решение DAS ION-U с автоматической оптимизацией; конвергентное решение DAS ION-E для IT; решение на основе Cloud-RAN OneCell с использованием малых ячеек; и, конечно же, полный набор решений для инфраструктур на медных и волоконно-оптических кабелях. Мы также предоставляем экстраординарную поддержку партнеров через сеть PartnerPRO и качественный тренинг в CommScope Infrastructure Academy

С появлением решений IBW путешествие не заканчивается. Компания CommScope приглашает вас связаться с нами по любому вопросу, касающимся наших решений или общим проблемам развертывания IBW. Мы всегда рады поделиться нашим опытом и идеями, независимо от величины ваших потребностей или сложности ваших проблем.

## Краткие итоги главы 10

В данной книге были рассмотрены следующие темы:

- История развития беспроводных технологий и потребности в технических решениях IBW
- Распространенные проблемы, возникающие при развертывании решений IBW
- Потенциальные возможности решений IBW в будущем
- Как правильно делать выбор нужных технологий
- Различия между DAS и малыми ячейками и область применения каждой из них
- Достоинства и недостатки лицензируемых и нелицензируемых диапазонов частот
- Случаи, когда полностью достаточно одного лишь Wi-Fi, и когда нет
- Практическая реализация технических решений IBW
- Финансирование технических решений IBW



Общение, а значит и связь, требуется всем и каждому. Это сама суть человеческого существования. Формы и способы связи постоянно развиваются. Технологии по-новому формируют стиль нашей жизни, учебы и работы. Эпицентром этих преобразований является сеть – область наших давних интересов. Наши эксперты по-новому переосмысливают назначение, роль и использование сетей, чтобы помочь нашим заказчикам увеличить пропускную способность, повысить эффективность работы, ускорить развертывание и упростить переход на новые сети. Начиная от дистанционно удаленных участков сотовой связи и заканчивая крупнейшими спортивными аренами, от загруженных аэропортов и до новейших центров обработки данных, мы готовы предложить вам наш экспертный опыт и помощь в практической реализации инфраструктуры для вашего бизнеса. Самые передовые сети в мире успешно используют фирменные решения компании CommScope.



---

[commscope.com](http://commscope.com)

Чтобы получить более подробные сведения, посетите наш вебсайт в сети Internet или свяжитесь с вашим местным представителем компании CommScope.

© 2017 CommScope, Inc. All rights reserved.

Все торговые марки, обозначенные знаками ® или ™, являются зарегистрированными торговыми марками или торговыми марками компании CommScope, Inc. Компания CommScope поддерживает самые высокие стандарты ведения бизнеса, а также охраны окружающей среды на своих предприятиях, расположенных по всему миру, сертифицированных на соответствие международным стандартам, в том числе ISO 9001, TL 9000 и ISO 14001.

CO-110744-EN (02/17)