

Михаил Барзилович,  
инженер ЗАО «Корпорация ЛАНС»

## **ВKtel (Германия)**

или

### **Выбираем оборудование для надёжных HFC/FTTx сетей**

#### **Введение**

Все большее число операторов кабельного телевидения приходит к пониманию того, что дальнейшее развитие сетей становится затруднительным без перехода от коаксиальных магистральных линий к оптическим. Преимущества «оптики» давно известны: это и максимальная протяженность магистрали без потери качества сигнала, достигающая 100 км и более, и минимальное обслуживание и, самое главное, надежность, связанная с малым числом единиц активного оборудования (т.е. передатчиков и усилителей) на магистрали и возможностью ее резервирования. Таким образом, начальные капитальные затраты на строительство оптической сети окупаются за счет малых эксплуатационных расходов и за счет мощных возможностей по расширению спектра предоставляемых абоненту услуг и привлечению новых клиентов. Эти, так называемые мультисервисные сети, помимо телевидения, как основного сервиса, обеспечивают абоненту высокоскоростной доступ в Интернет, телефонию, и, по необходимости, интерактивные услуги типа «видео-по-запросу». С уменьшением стоимости оптического волокна и абонентского оборудования все большую популярность приобретают сети, где оптический сигнал подается отдельно в каждый дом или строение согласно концепции «Fiber-To-The-Home» (FTTH) или «Fiber-To-The-Building» (FTTB), поэтому коаксиальная часть сети сводится лишь к внутридомовой разводке, что дополнительно повышает качество и бесперебойность предоставляемых услуг.

Потенциально высокая надежность оптических сетей в целом требует для своей реализации только одного – надежности немногих активных элементов. Именно поэтому стоит с особым вниманием отнестись к выбору этого оптического оборудования. В этой статье мы кратко расскажем о таком европейском изготовителе этой техники как **ВKtel Communications (Германия)**, чье имя в последние годы всё чаще произносится не только на европейских рынках CATV-HFC-FTTH, но и в Японии (куда компания активно экспортирует свою продукцию), в Китае (сюда ВKtel тоже экспортирует и здесь компания удерживает около 40% рынка передатчиков 1550 нм !!!), а также в других регионах земного шара (см. Рис. 1).

Компания ВKtel первоначально существовала в качестве структурного подразделения концерна ALCATEL на территории Германии для решения полного цикла задач по строительству HFC и PON-сетей, в которых головной концерн выступал как системный интегратор. В настоящее время ВKtel является самостоятельной компанией со штаб-квартирой и производством в Германии, в городке Baal-Huckelhoven близ Дюссельдорфа, от названия которого, собственно, и произошли ставшие известными изделия ВKtel, такие как BaalGiga, BaalMega, BaalNano, BaalFTTx.



Рис. 1. География реализованных проектов компании VKtel.

На оборудовании VKtel реализованы десятки проектов по строительству крупных современных телевизионных мультисервисных сетей, как на основе классических гибридных волоконно-коаксиальных (HFC) решений, так и с использованием технологий волнового уплотнения CWDM и DWDM, включая PON-сети (Рис.1). Оборудование VKtel известно именно своей исключительной надежностью и очень высокими характеристиками.

### Продукция VKtel для волоконно-оптических сетей КТВ

Оптическое оборудование VKtel представлено четырьмя основными сериями:

**1570BB** – оптическая модульная головная станция: мощная платформа для решения задач любой сложности, связанных с приемом-передачей оптического сигнала в интерактивных телевизионных кабельных сетях;

**BaalGiga** – активное оптическое оборудование: представлено отдельными законченными модулями в 19”-исполнении;

**BaalMega** – компактная модульная оптическая головная станция: наиболее гибкая платформа для самого широкого круга задач;

**BaalNano** – пассивные оптические компоненты;

**BaalFTTx** – оборудование для FTTx-сетей: компактные абонентские оптические приемники, Ethernet-трансиверы, медиаконвертеры.

Оптическую многофункциональную платформу **1570BB** можно рекомендовать к использованию в качестве головной приемо-передающей станции для средних и крупных СКТВ с обратным каналом. Конфигурация станции позволяет реализовать для всех ее модулей резервирование по схемам 1+1 и N+1, производить “горячую” замену блоков, осуществлять дистанционный контроль и управление. В состав платформы 1570BB входят:

- 19”-монтажные панели на 10 и 12 посадочных мест (Рис.2):
  - использование присоединяемого разъема типа 9S позволило реализовать возможность автоматического определения номера(-ов) и количества занимаемого модулем слотов;



Рис. 2. Шасси серии 1570BB с установленными модулями.

- конструктивное исполнение предусматривает естественное конвекционное охлаждение рабочих модулей, нет необходимости в отдельных блоках вентиляции;
- блоки/конвертеры питания с возможностью использования как переменного (220В/50Гц), так и постоянного (48/60/72В) напряжений питания; для контроля выходного напряжения на лицевую панель выведен тестовый разъем;
- оптические передатчики с внутренней модуляцией; диапазон входного RF-сигнала 5...1000МГц, нелинейность по выходу  $\pm 0.5$  дБ (**Рис.3**):
  - 1310 нм неохлаждаемые лазеры, с выходными мощностями 3 и 6 дБм;
  - 1310нм охлаждаемые лазеры, с выходными мощностями 6, 8, 11 и 13 дБм;
  - 1550нм охлаждаемые лазеры, с выходной мощностью 6 дБм;
  - 1550нм лазеры CWDM, DWDM (ITU) с выходными мощностями 3, 8 и 11 дБм;
- оптические передатчики 1550нм с внешней модуляцией: выходные уровни 2x7 и 2x9 дБм, имеют интегрированный модуль АРУ по входу;
- семейство оптических усилителей EDFA (**Рис. 4**):
  - входной уровень  $-4...+8$ дБм;
  - от 1 до 8 выходов с выходной мощностью 13 и/или 16дБм, в зависимости от конфигурации;
  - нелинейность по выходу  $\pm 0.5$  дБ
  - автоматическое отключение выходной мощности в случае недостаточного уровня сигнала на входе;
  - для контроля выходной мощности предусмотрен тестовый оптический выход с уровнем сигнала 2 дБм;
- оптические переключатели с возможностью автоматической и/или принудительной коммутации волокон : время переключения – не более 50мс, максимальная оптическая входная мощность +24 дБм;
- оптический приемник прямого канала : вход 1280...1580нм@(-7...+4)дБм, выход 47-862МГц@1x98/2x94дБмкВ;
- оптический трансивер – оптический узел для использования в составе головной станции: включает приемник прямого канала (вход 1280...1580нм@-4...+3дБм, выход 47(85)...870МГц@92дБмкВ) и DFB-передатчик обратного канала (вход 5...200МГц, выход 0дБм@1310нм и 1550нм, в т.ч. CWDM);
- интегрированный активный RF-переключатель прямого канала: состоит из коммутатора сигнала с двух направлений (время переключения в автоматическом режиме не более 15мс), усилительного каскада и делителя на 4, имеет тестовую точку по выходу;



Рис.3.  
Передатчик прямого канала с внутренней модуляцией (тип ОТХД).



Рис. 4. Оптический усилитель (тип ОАН).

- усилитель обратного канала имеет плавную и ступенчатую регулировки для выравнивания сигналов обратного канала (5...70МГц) с четырех направлений, а также двухпозиционный выходной коммутатор;
- оптический DWDM-передатчик (согласно ITU) обратного канала: вход 5...300МГц@77/87дБмкВ, выходной уровень +7дБм;
- счетверенный оптический ресивер обратного канала, имеет три RF-выхода (5...200МГц) для каждого приемника;
- 16-канальный комбайнер-усилитель обратного канала позволяет сложить сигналы 5...200МГц с 16 направлений в одной из следующих комбинаций: 1x16:1, 2x8:1, 4x4:1 с компенсацией потерь;
- модули дистанционного контроля и управления (HMS протокол): RS232, RS485, Ethernet 10/100 – оптические и радиочастотные входы;
- оптические узлы (2x99...117дБмкВ) с локальным/дистанционным питанием и возможностью установки передатчиков обратного канала, в т.ч. с использованием CWDM-технологии, класс защиты – IP65 (готовы работать под струями воды);
- прочие радиочастотные и оптические модули конфигурации/усиления сигналов прямого и обратного каналов.

Аналогичные продукты для небольших кабельных операторов, у которых нет необходимости в полномасштабной оптической головной станции, компания VKtel предлагает в своей серии **BaalGiga**. Те же оптические передатчики, приемники и усилители, что и применяемые в других сериях оформлены в отдельные законченные устройства, предназначенные для установки в стойки 19". Такая конфигурация позволяет потребителю избежать лишних затрат при решении конкретных узконаправленных задач (например: передача только прямого канала с использованием небольшого числа передатчиков или строительство линии "точка-точка"), либо при строительстве СКТВ с небольшим количеством абонентов.

В продукции VKtel уже учтены все нюансы эксплуатации в России и предусмотрена защита от всех возможных и невозможных внештатных ситуаций. Взять хотя бы разнообразные конфигурации блоков питания. Вы заказываете именно такую схему резервирования по питанию, которая используется в Вашей головной станции. Вы можете совсем отказаться от резервного блока питания, а можете заказать установку двух одинаковых блоков с питанием от сети напряжением 100..220В или один из блоков питания будет работать от системы бесперебойного питания с постоянным напряжением 48В (а может быть и 24В).



Рис. 5. Оптический передатчик с внутренней модуляцией (тип BOT).

Управление и мониторинг осуществляются, как с лицевой панели, так и через интерфейс RS485 с помощью отдельного модуля управления. Серия включает в себя полный набор активных оптических устройств. Наиболее простые и наиболее доступные по цене (но от этого не менее надежные) передатчики представлены в подсерии BOTxxxx-yy (**Рис. 5**). Это передатчики с внутренней модуляцией на 1310 и 1550 нм с мощностями от 3 до 6 дБм на основе неохлаждаемых лазеров и до 15 дБм с лазерами, охлаждаемыми с помощью термоэлектрических элементов Пельтье. Такие приборы весьма компактны и могут устанавливаться в стойки 19" глубиной всего 30 см. Если же необходимо организовать большую оптическую сеть или соединение типа «точка-точка» на расстоянии порядка 100 км, то необходим более мощный передатчик с внешней модуляцией, такой как ES10L (XL) (**Рис.6**).



Рис. 6. Оптический передатчик с внешней модуляцией (тип ES10).

В перечень оборудования **BaalGiga** включены:

- оптические передатчики 1550нм с внешней модуляцией: выходные мощности 2x7, 2x8.5 и 2x10дБм, тип питания 100...240 В@50 Гц, 24 В, 36...72 В или комбинированный тип питания, возможность дистанционного управления/мониторинга, интегрированный модуль АРУ по входу; DWDM-версии (согласно ITU);
- семейство оптических усилителей (EDFA):
  - входной уровень  $-3...+6$  дБм;
  - от 1 до 8 выходов с выходной мощностью 13...23 дБм, в зависимости от конфигурации;
  - нелинейность по выходу  $\pm 0.5$  дБ
  - автоматическое отключение выходной мощности в случае недостаточного уровня сигнала на входе;
  - автоматический контроль выходной мощности и коэффициента усиления;
  - внешний вид, типы питания и возможности управления/контроля аналогичны предыдущему модулю.
- широкополосные оптические передатчики с прямой модуляцией, диапазон входного RF-сигнала 5...1000 МГц:
  - 1310 нм неохлаждаемые лазеры, с выходными мощностями 3 и 6 дБм;
  - 1310 нм охлаждаемые лазеры, с выходными мощностями 6, 8, 11 и 13 дБм;
  - 1550 нм охлаждаемые лазеры, с выходной мощностью 6 дБм;
  - 1550 нм лазеры CWDM, DWDM, с выходными мощностями 3, 8 и 11 дБм
- оптический переключатель с возможностью автоматической и/или принудительной коммутации волокон:
  - рабочий диапазон длин волн 1540...1570 нм;
  - время переключения – не более 50 мс;
  - номинальная оптическая входная мощность  $-8...+12$  дБм, максимальная +17 дБм;
  - количество циклов переключений –  $10^7$ ;
- оптический приемник прямого канала: вход 1280...1580 нм@ $-6...+2$  дБм, выход 5...1000 МГц@ 81 дБмкВ, АРУ выходного RF-сигнала, низкий уровень интермодуляционных искажений;
- сдвоенный оптический приемник обратного канала: вход 1280-1580нм@ $(-11...+2)$ дБм, выход 5...65 МГц@80 дБмкВ;
- модуль дистанционного контроля и управления: RS232, RS485, Ethernet 10/100 – интерфейсы.

Платформа **BaalMega** явилась наивысшим воплощением знаменитой надежности ВКtel, ведь здесь использованы только наиболее проверенные технические решения. Так, например, для организации резервирования по питанию предусмотрено отдельное шасси для установки только блоков питания, питание от которых подается по специальной шине к другим модулям шасси, не имеющим своего блока питания. По отношению к резервированию блоков питания в серии **BaalGiga** эта схема является уже следующим уровнем резервирования централизованного питания головной станции по схеме N+1, он позволяет предупредить возможную перегрузку системы питания и невероятную (но все же предусмотренную!) ситуацию выхода из строя одного из блоков питания. Еще одну ступень надежности обеспечивают оптические переключатели,

имеющие как автоматический, так и ручной режим работы. Они позволят в течение 50 миллисекунд подключить резервную линию к приемнику или передатчику, одновременно передавая по протоколу SNMP сигнал тревоги на удаленный централизованный пункт управления. Для обратного канала также можно использовать сдвоенный приемник с функцией резервного переключения входов.

Серия предоставляет достаточно широкие возможности для построения HFC-сетей, от схем «точка-точка» до сложных распределительных сетей типа FTTx. Конструктивное исполнение серии подразумевает возможность размещения оборудования, как в серверной комнате, так и в уличных шкафах. Оптические разъемы E2000 или SC/APC.

Модули в составе серии

#### **Baal Mega:**

- версии шасси для активных (**Рис. 7**) и пассивных модулей (до 10 штук на шасси), а также отдельное шасси для централизованного питания (до 7 модулей питания) и дистанционного контроля;
- усилитель (возможно его использование как домового):
  - усиление 14 и 20 дБм;
  - выходной уровень CENELEC 42 – 104 дБмкВ;
  - диапазон 7...862МГц;
- полностью управляемый усилитель; через модуль контроля устанавливаются характеристики: усиление от 0 до 24 дБ, эквалайзер от 0 до 16 дБ, выходной уровень 106 дБмкВ;
- малошумящий оптический передатчик, с версиями 1310 и 1550 нм, возможность перестройки длины волны по ITU; прямого или обратного канала:
  - неохлаждаемые лазеры мощностью 3 и 6 дБм;
  - охлаждаемые лазеры мощностью от 3 и 15 дБм;
  - регулируемый выходной уровень 0..+3 дБм;
  - CNR > 51 дБ, CSO > 66 дБ, CTB > 66 дБ;
- оптический усилитель (booster) 1550 нм (**Рис.8**):
  - входной уровень от -4 до +10 дБм;
  - выходной уровень 13 или 16 дБм (каждый выход);
  - от 2 до 8 выходов;
  - дистанционный контроль через RS485;
- оптический переключатель для двойного оптического резервирования:
  - независимый контроль уровня по обоим входам;
  - автоматический и ручной режимы управления, а также удаленное управление;
  - номинальный входной уровень: -8.. +12 дБм;
  - изоляция входов 80 дБ;
- оптические приемники для прямого и обратного каналов:
  - малошумящий: коэффициент шума до  $2,5 \text{ пА/Гц}^{1/2}$ ;
  - управление усилением по пилот-сигналу;



Рис. 7. Шасси модульной оптической станции BaalMega (тип BBT).



Рис. 8. Оптический усилитель серии BaalMega (тип BOA).

- малые интермодуляционные искажения:  $IM2 > 69$  дБ;
- автоматический и ручной режимы управления, а также удаленное управление;
- оптический трансивер;
  - входной уровень -5..+4 дБм;
  - выходной уровень 3 дБм;
  - 1310 или 1550нм;
- пассивные делители 1:8 и 3\*(1:3);
- модуль контроля и управления активными модулями серии **BaalMega**.

Для реализации проектов по доставке широкополосного сигнала до конечных абонентов/группы абонентов, с использованием решений FTTH и FTTB, компания предлагает серию продуктов **BaalFTTx**, имеющую в своем составе Ethernet-трансиверы и компактные оптические приемники:

- Компактные оптические приемники рассматриваются в качестве абонентских оконечных устройств при реализации концепции “волокно в дом/коттедж/подъезд” и по стоимостным характеристикам являются альтернативой “коаксиального” решения, когда используется однонаправленная передача сигнала по выделенной оптической жиле:
  - рабочий диапазон длин волн 1280...1580нм;
  - входной уровень -10...-2дБм;
  - выходной диапазон 47...862МГц;
  - выходной уровень 77/88дБмкВ;
  - неравномерность АЧХ  $\pm 1$ дБ;
  - уровень  $IM2/IM3 \geq 65$  дБс;
  - $CNR = 48дБ @ -8дБм / 1550нм / OMI = 4\%$ ;
- Оптические абонентские узлы (**Рис. 9**) (Ethernet-трансиверы) позволяют помимо кабельного телевидения предоставлять Ethernet и голосовой (VoIP) сервисы. В случае подвода одного волокна на узел, прием-передача Ethernet осуществляется на длине волны 1310нм, а прием ТВ-сигнала в диапазоне 1550нм. При использовании двухволоконной версии трансивера, одна жила используется для КТВ (1280...1580нм), другая – для передачи данных в дуплексном режиме (диапазон 1550нм служит для приема нисходящих услуг, а 1310нм – для передачи восходящего трафика). Узлы имеют следующие типовые характеристики:
  - параметры оптического ТВ-приемника аналогичны предыдущему модулю;
  - LAN-интерфейс – 4xRJ45 (IEEE802.3 10Base-T, IEEE802.3u 100Base-TX);
  - Голосовой интерфейс – 2xRJ11 (VoIP FXS ports);
  - USB-интерфейс – USB2.0;
  - Беспроводные интерфейсы WiFi и DECT;
- платформа медиаконверторов:
  - одно и двух-волоконные версии;
  - 1310 и/или 1550нм;
  - расстояние до 100 км;



Рис. 9. Ethernet трансивер серии BaalFTTx (тип XON).

Поддерживаются следующие стандарты/протоколы: Ipv4, TCP, UDP, DHCP, NAT, IGMPv2, PPPoE, PAP, CHAP, SIP 2.0, G.711, G.723.1, G.729a/b, RTP/RTCP, TFTP, HTTP, SNMP v1,

Telnet, ARP, DTMF, IEEE802.3, IEEE802.3u, IEEE802.3x, IEEE802.1p/Q, IEEE802.1d, IEEE802.11b/g.

### Заключение.

В заключение обязательно остановимся на качестве и надёжности, каковые являются настоящим «коньком» компании VKtel. Ведь при разработке всех своих продуктов компания неизменно делает ставку именно на надёжность. Все применяемые компоненты и материалы проходят тщательнейший отбор. Лазеры для передатчиков и усилителей, например, тестируются методом ускоренного старения, который позволяет увидеть изменение всех характеристик данного типа лазера на протяжении многих лет, хотя сам тест проходит в течении месяца. Если результаты показывают, что жизнь такого лазера продлится менее 10 лет, то VKtel отказывается от применения этой серии лазеров в своих приборах. И производитель лазеров, вынужденный сбывать продукцию не самого высшего качества, снижает цены и «сбрасывает» отбракованную продукцию другим потребителям. На такую распродажу мгновенно сбегаются «азиатские тигры», для них это весьма лакомый кусок. Действительно, сегодня эти лазеры работоспособны, но что будет через несколько лет... Да что там через несколько лет, у потребителей таких комплектующих «среднего качества» интерес к клиенту часто пропадает уже в момент поступления к нему денег в счет оплаты за оборудование.

Но разговор о надёжности не ограничивается одними лишь лазерами. Самые хорошие лазеры могут придти в полную негодность, если их набить пылью. VKtel создаёт внутри корпуса прибора герметичные блоки, где и располагаются электронная и оптическая части. Тогда охлаждающий воздух, собирающий всю пыль с пола серверной комнаты, не оставит всю ее на внутренностях Вашего оборудования. Так, например, система принудительной вентиляции в передатчиках VKtel гонит воздух по специальным каналам внутри корпуса, которые полностью «развязаны по пыли» с электронными блоками и платами. Кроме того, высококачественное экранирование всех поставляемых компанией VKtel приборов исключает любые нежелательные «наводки», как приходящие снаружи, так и продуцируемые внутри прибора.

Нет необходимости обсуждать преимущества автоматизированной сборки. Всем понятны результаты ручной сборки такого сложного прибора как, допустим, оптический передатчик. Забытые, неплотно (негоризонтально) установленные, и попросту перегретые микроэлементы – все это станет причиной бесконечных отказов, но не сразу, а через несколько месяцев... Загляните внутрь оптических приборов, эксплуатируемых Вами, а затем сравните их с европейскими изделиями VKtel... Сравнение убеждает...

Такая внештатная ситуация как повреждение магистрального волокна тоже учтена европейским производителем. Усилители EDFA от VKtel мгновенно обнаружат пропажу входного сигнала и перейдут в ждущий режим “standby”, чем сэкономят электроэнергию и сэкономят от «выжигания» фотоприемники оптических узлов. Дело в том, что работающий оптический усилитель EDFA накапливает энергию, непрерывно поступающую от лазеров накачки, в своей активной области и, если она не расходуется постоянно на усиление оптического сигнала, то объем этой накопленной энергии может стать очень большим. Далее, при последующем восстановлении оптического сигнала на входе оптического усилителя вся накопленная им за время простоя энергия будет «сброшена» в магистраль. Оптическому приемнику, которому достанется такой световой импульс, можно только посочувствовать, как и хозяину оптической магистрали, которому придется раскошелиться на новые приемники, а, возможно, и на новый усилитель EDFA, который будет иметь моментальное выключение при пропадании входного сигнала.

Публикация материалов о волоконно-оптической продукции VKtel будет продолжена. Тем временем, всех заинтересованных читателей отсылаем к официальному веб-сайту компании: [www.bktel.com](http://www.bktel.com).