

## НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И НОВЫЕ ЗАДАЧИ в разработке оптических кабелей

**А.Воронцов**, к.т.н.,  
зам. заведующего отделением ОАО "ВНИИКП",  
**Ю.Ларин**, д.т.н.,  
заведующий отделением ОАО "ВНИИКП"

Новые времена диктуют новые подходы к разработке оптических кабелей связи. Современные кабели должны отвечать трем основным требованиям: унификация, миниатюризация и специализация.

Оптическое волокно как среда распространения не имеет конкурентов. Оно уже стало и останется в обозримом будущем основой для линий передачи сетей связи.

В России оптические кабели изготавливают с 1981 года, но по объемным показателям их производство значительно уступает ведущим странам. Так, в период до 2013 года было произведено всего порядка 36,0 млн. км в одноволоконном исчислении, тогда как общий объем потребления в мире только в 2013 году перевалил цифру в 252 млн. км.

Срок службы кабелей не менее 25 лет, поэтому новые конструкции кабелей прокладываются в основном в новых структурах связи.

Если ранее увеличение скорости передачи информации по существующим волоконно-оптическим линиям достигалось за счет модификации аппаратурных средств передачи, то теперь для достижения скорости 40 Тбит/с и более во многих случаях требуются новые типы оптических волокон (ОВ), и, следовательно, замена кабельных линий. Поэтому разработчикам необходимо в корне пересматривать подход к производству оптических кабелей (ОК).

Старая стратегия основывалась на разработках далеких 80-х и 90-х годов прошлого столетия.

Значительные преимущества оптики перед электрическими кабелями позволяли создавать достаточно большую номенклатуру кабелей, руководствуясь разделением их по способу прокладки и применения. Так, ГОСТ 26793-85 классифицировал кабели по 9 группам, а следующий ГОСТ Р 52266 увеличил количество групп до 11:

- З – ОК для подземной прокладки (в канализации, трубах, блоках, коллекторах, в грунтах всех категорий, в воде при пересечении болот и неглубоких рек). Максимальная глубина рек (водных преград) не более 10 м.
- В – ОК для подвески на опорах (контактной сети железных дорог, на линиях электропередачи любого типа, радиотрансляционной сети, контактной сети городского транспорта, на мачтах уличного освещения, столбах линий сельской связи, на кронштейнах и в лотках вдоль трубопроводов и т.п.);
- Г – ОК подводные с поперечной и продольной герметизацией (для глубоководной прокладки через реки, озера, моря и на прибрежных участках);
- С – ОК для прокладки внутри помещений и стационарных объектов (распределительные, абонентские, станционные и т.п.);

- М – ОК монтажные;
- Ш – ОК особо гибкие (шнуры);
- Д – ОК для дистанционного управления;
- Б – ОК бортовые (для подвижных объектов);
- П – ОК полевые для многократной прокладки;
- Ц – ОК специального (целевого) назначения;
- Б – ОК бортовые (для подвижных объектов).

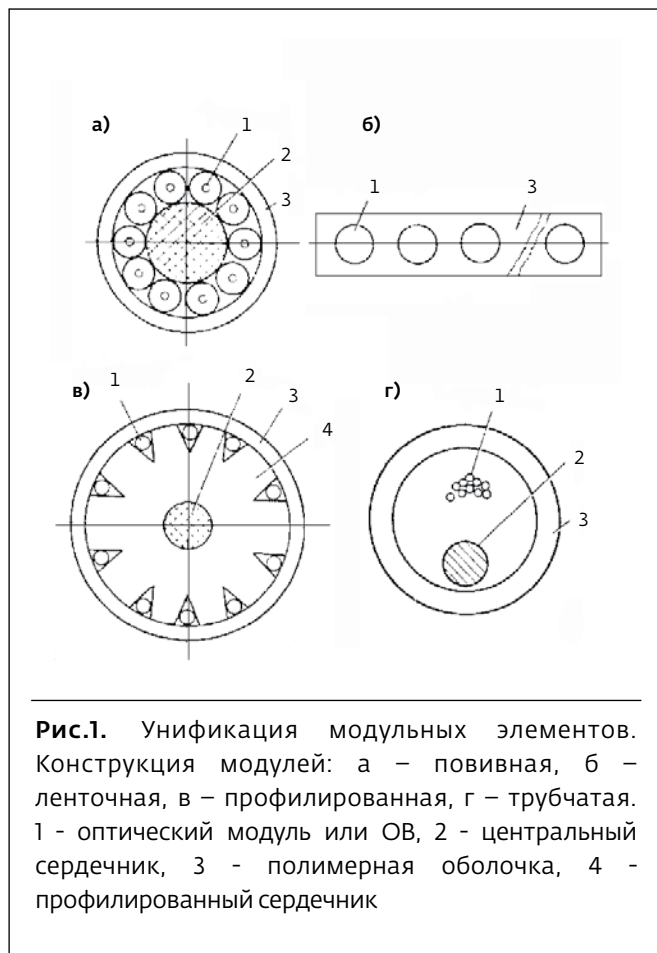
Подробная классификация привела, с одной стороны, к возможности специализации кабельных конструкций, но с другой – к неконтролируемому росту количества марок и типоразмеров. Если раньше этот рост сдерживался государственным регулированием, то в условиях рыночной экономики значимость государственного стандарта снизилась, и одна и та же конструкция ОК может поставляться разными заводами по разным ТУ и под разными марками. Например, кабель для прокладки в грунте выпускается по 13 ТУ и имеет около 34 марок. Все это создает потребителю огромные неудобства. Многие перспективные конструкции теряются в общей массе ОК и остаются невостребованными.

Эволюция волоконно-оптических кабелей напоминает процесс развития электрических кабелей связи. Увеличение объемов передаваемой информации в начальной стадии развития сетей связи и в том и в другом случае достигалось за счет физического увеличения каналов. Например, для электрических кабелей связи типа ТППЭП были предусмотрены конструкции до 6000 пар, а для оптических кабелей – до 3000 волокон. В дальнейшем эти "динозавры" вымерли сами по себе, а применение высокоскоростных систем передачи позволило существенно сократить число жил и волокон в кабелях. Появление новых материалов позволило существенно улучшить массо-габаритные характеристики и увеличить надежность. В результате к 2010 году во ВНИИКИП сформировались стратегические направления исследований в части ОК:

- унификация;
- миниатюризация;
- специализация.

### УНИФИКАЦИЯ

Это наиболее старая задача, которая решалась в прошлом столетии для специальных сетей Министерства обороны. Принцип унификации подразумевает наличие стандартных элементов кабельной конструкции или элементарных кабелей, из которых либо формируются

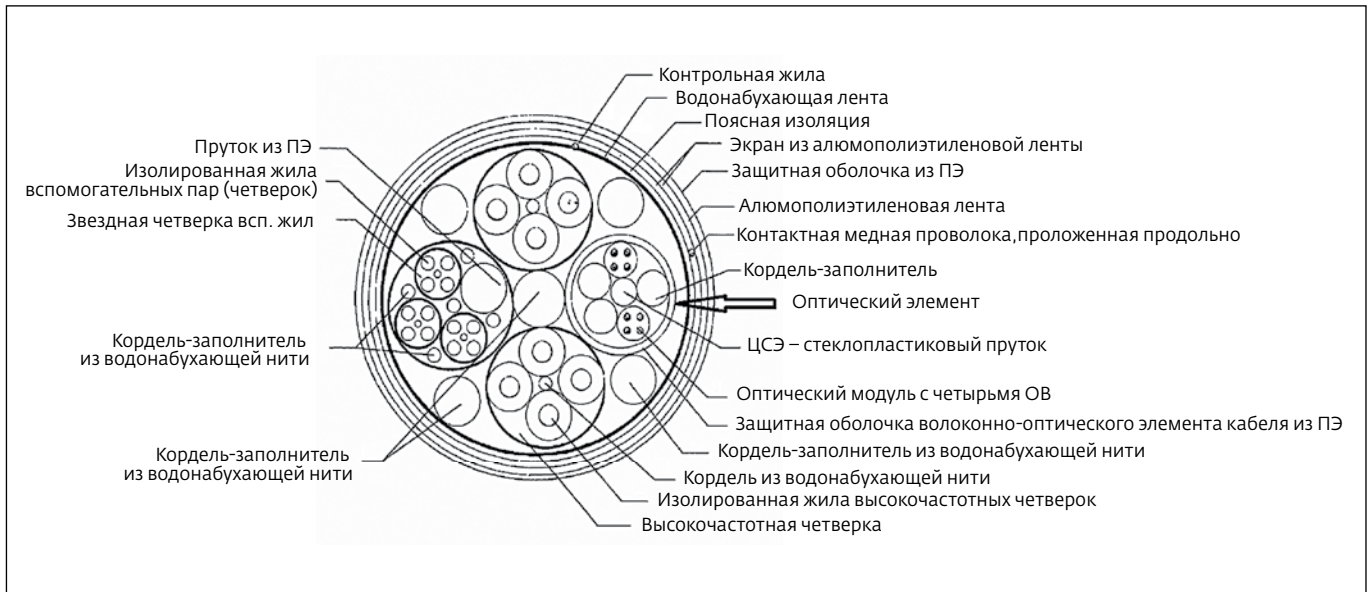


**Рис.1.** Унификация модульных элементов. Конструкция модулей: а – повивная, б – ленточная, в – профилированная, г – трубчатая. 1 - оптический модуль или ОВ, 2 - центральный сердечник, 3 - полимерная оболочка, 4 - профилированный сердечник

конструкции кабеля для нескольких областей применения, либо конструкция кабеля позволяет его использовать в расширенной области эксплуатации.

До 2000 года, в основном, использовалась унификация элементов кабелей (рис.1). Логическое завершение этих работ – появление ГОСТ Р 52266 "Кабели оптические. Общие технические условия". К 2006 году с его помощью унифицированы основные элементы, содержащие оптические волокна. Это позволило создать ряд унифицированных конструкций, обеспечивающих качественный скачок в линиях связи. Например, для РЖД был разработан электрооптический кабель для цепей сигнализации и блокировки (рис.2). Его отличительная особенность – возможность плавной переориентации аппаратуры с медных кабелей на ОК, что позволяет увеличить качество и объем передачи информации и добиться значительного экономического эффекта.

Принцип унификации с помощью элементарных конструкций оптических кабелей был продемонстрирован при создании новых типов электрооптических кабелей для специальной



**Рис.2.** Кабели комбинированные с оптическими волокнами и медными жилами для технологической связи и устройств СЦБ железных дорог – МКПВБЭп и МКПВБА

техники, когда готовые конструкции оптических кабелей для дистанционного управления и полевые кабели улучшенной конструкции П-274 ММ позволили создать новый электрооптический кабель для полевой связи неограниченной длины (до 50 км) (рис.3).

### МИНИАТЮРИЗАЦИЯ

Миниатюризация напрямую связана с унификацией. Первые образцы ОК были достаточно больших размеров (16–25 мм), но это казалось приемлемым. Сейчас эти размеры уже не устраивают потребителей по следующим причинам:

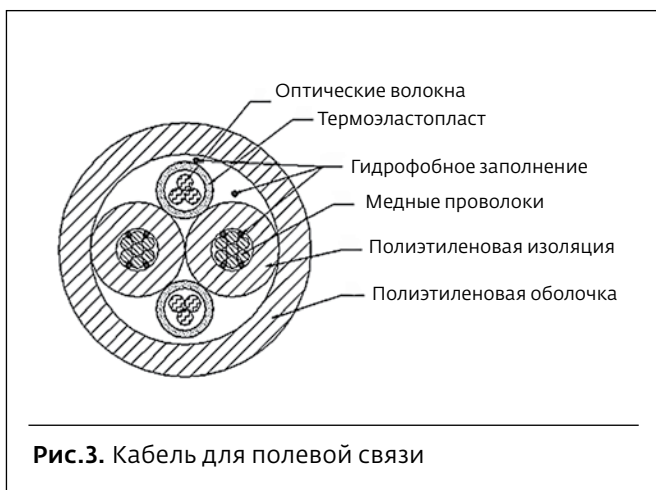
- кабельные каналы забиты уже проложенными кабелями;

- большие габариты снижают эффективность прогрессивных технологий прокладки, например, задутки в полимерные трубы;
- емкость кабельных барабанов не позволяет изготавливать ОК с длиной, равной длине ОВ (25 и 50 км).

Раньше миниатюризация в кабелях достигалась за счет уменьшения диаметра трубчатого защитного элемента и увеличения в нем количества оптических волокон. Затем произошел возврат к конструкциям с одной центральной трубкой, в которой оптические волокна объединяются в пучки по 12 штук и таких пучков может быть 12 и более. Сейчас вернулись к хорошо забытому старому конструктивному элементу – ленте. ОВ объединяются в ленту из 4, 6 или 8 оптических волокон (рис.4), которая может использоваться как элемент конструкции или в качестве кабеля для монтажа внутри аппаратных шкафов. Нечто подобное было с электрическими кабелями, когда вместо жестких и неповоротливых жгутов использовали ленточные провода и кабели. История повторяется.

### СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

Казалось бы, эта задача в корне противоречит первым двум. Однако специализация логично вписывается в общую тенденцию. Добавление одного или двух штрихов к унифицированным кабельным элементам и даже кабелям позволяет добиться прорыва в новых технологических областях. Эта триединая задача интересна сама



**Рис.3.** Кабель для полевой связи

по себе, так как требует не единичного решения частной проблемы, а комплексного исследования общих стратегических направлений развития техники. Такая работа в НИИКП не только начата, но и в некоторых вопросах уже имеет практическое завершение. В ближайшей перспективе разработка гаммы оптических кабелей для атомной энергетики и Минобороны РФ.

Используя достижения в унификации и миниатюризации и добавляя новый материал или технологию, можно достичь прорыва в определенном направлении. За примерами далеко ходить не надо. Применение эмалированных проводов на основе полиимидных лаков вместо изолирования токопроводящих жил полимерами типа полиэтилен, полиуретан или др. позволяет создать нагревостойкие электрооптические кабели для авиационной и космической техники. Применение кварцевого волокна в качестве обмотки позволяет создать миниатюрный унифицированный кабель для авиационно-космических и других ответственных применений.

Концентрация усилий разработчиков в этих трех основополагающих направлениях позволит

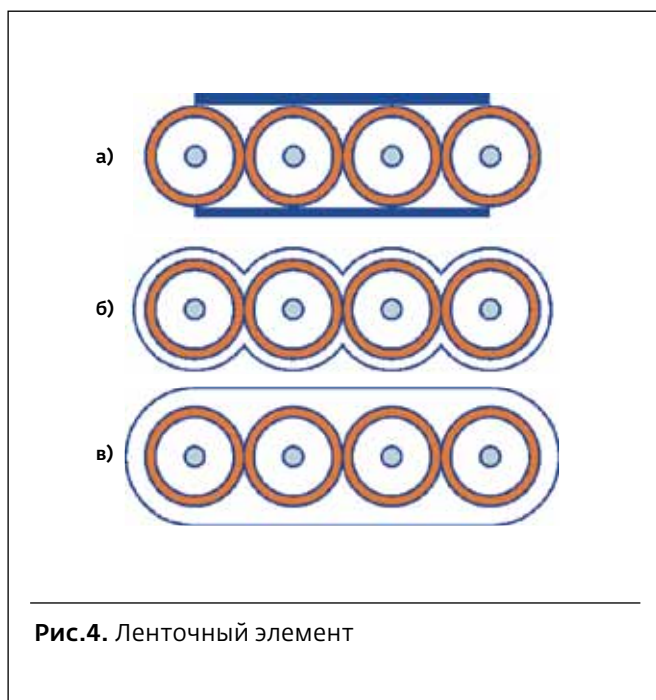


Рис.4. Ленточный элемент

экономить средства и сосредоточиться на более узком участке исследований, повышая эффективность и результативность разработок. ■