

**Колосков А.А.**

"Кабельщик", №1/2 (16)

## **Статья адресована молодым монтажным подразделениям, недавно влившимся в большую и пёструю семью кабельщиков" ...**

### **Введение.**

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) благодаря целому ряду достоинств и преимуществ (малое затухание, сверхширокополосность, электромагнитная помехозащищённость и т.д.) перед традиционными линиями на основе электрических кабелей могут дать существенный эффект при строительстве новых и модернизации существующих кабельных систем связи. Но никакие выигрыши и преимущества не даются просто так. Волоконно-оптическая техника требует к себе более деликатного отношения, больших знаний и высокой культуры производства.

Волоконно-оптический фрагмент в структуре кабельных систем передачи информации среди прочих призван решать и проблему больших расстояний, что для огромной России весьма актуально. При неуклонном снижении цен на волоконно-оптическое оборудование, включая кабельную продукцию, прокладка и монтаж оптического кабеля в настоящее время принимает массовый характер.

Данная статья, в которой рассмотрены простые, но необходимые вещи, является результатом обобщения опыта работ монтажного отдела компании ООО "Проектно-монтажная компания "Сеть". Статья адресована не "матёрым" специалистам, а молодым монтажным подразделениям, недавно влившимся в большую и пёструю семью "кабельщиков".

### **Нормативная база.**

Строительство и эксплуатация ВОЛС осуществляется в соответствии с требованиями, предусмотренными в следующих нормативных документах:

- Руководство по строительству линейных сооружений магистральных и внутризоновых кабельных линий связи. – Москва, 1986 г.
- Руководство по строительству линейных сооружений местных сетей связи. М., АООТ "ССКТБ - ТОМАСС", 1995 г. Утверждено Минсвязи России 21.12.95 г.
- Руководство по прокладке, монтажу и сдаче в эксплуатацию оптических линий связи ГТС. – Москва, 1997 г.
- Руководство по эксплуатации линейно-кабельных сооружений местных сетей связи. М., УЭС Госкомсвязи России, 1998 г. Утверждено Госкомсвязи России 05.06.98 г.
- Нормы приёмо-сдаточных измерений элементарных кабельных участков магистральных и внутризоновых подземных волоконно-оптических линий передачи сети связи общего пользования. Утверждены приказом Госкомсвязи России № 97 от 17.12.97 г.
- Положение об организации электрических измерений при монтаже и сдаче в эксплуатацию ВОЛС на Московской ГТС. Утверждены руководством АО МГТС и ОАО "Мостелефонстрой" в октябре 1995 года.
- Монтаж и измерения волоконно-оптических линий связи. Пособие для измерителей и монтажников ВОЛС. ОАО "Мостелефонстрой" 1999 г.
- ГОСТ 25462-82. Волоконная оптика. Термины и определения.
- ГОСТ 26599-85. Компоненты ВОСП. Термины и определения.

Будет очень полезным ознакомиться с современными Техническими условиями (ТУ) на волоконно-оптические кабели ведущих фирм-производителей.

### **Особенности строительства ВОЛС.**

Основные этапы строительства линий связи на электрических и оптических кабелях совпадают. Это позволяет широко использовать в процессе строительства ВОЛС известные приёмы и механизмы.

Отличия в технологии строительства, монтажных работах и эксплуатации ВОЛС обусловлены следующими конструктивными особенностями оптического кабеля (ОК):

- относительно малой стойкостью к растягивающим и сдавливающим усилиям;
- малыми поперечными размерами и массой в сочетании с большими строительными длинами;
- сравнительно большими величинами затуханий сростков оптических волокон (ОВ);
- трудностями организации служебной связи;
- необходимостью затрат больших объёмов времени на операции по сращиванию ОВ, а также повышенными требованиями к квалификации персонала.

Принципиальный момент заключается в том, чтобы обеспечить при прокладке ОК как можно менее напряжённые условия. Рекомендуемые производителем физические ограничения должны выполняться неукоснительно.

В общем виде процесс прокладки ОК состоит из двух этапов: подготовительного и основного (собственно прокладки).

Подготовительный этап включает в себя входной контроль строительных длин. Входной контроль строительных длин заключается во внешнем осмотре кабеля и измерении его оптических характеристик. Барабаны с ОК подвергаются внешнему осмотру на отсутствие механических повреждений. После вскрытия обшивки барабана проверяется наличие заводских паспортов, соответствие маркировки строительной длины, указанной в паспорте, маркировке, указанной на барабане, а также внешнее состояние кабеля на отсутствие вмятин, порезов, пережимов, перекруток и т. д.

При измерении оптических характеристик прежде всего определяется километрическое затухание ОК, т. е. его ОВ, и производится сравнение результатов с паспортными данными. В случае неудовлетворительных результатов входного контроля составляется акт, по которому предъявляется рекламация.

### **Протяжка кабеля в канализации.**

Волоконно-оптический кабель вне зданий в черте населённых пунктов прокладывается в большинстве случаев в телефонной канализации. Её основу составляют круглые трубы с внутренним диаметром 100 мм из асбоцемента, бетона или пластмассы. Телефонная канализация прокладывается на глубине от 0,4 до 1,5 м из отдельных блоков, герметично состыкованных между собой. Через 40-100 м на трассе размещают смотровые колодцы, на стенках которых монтируются консоли для укладки кабеля. Отличие технологии прокладки в телефонной канализации электрического и оптического кабелей заключается в том, что усилие протяжки последних не должно превышать допустимого значения, а также не допускается кручение кабеля.

Прокладка кабеля в телефонной канализации обычно выполняется в свободном канале, где при постройке оставляется проволока для протяжки. При её отсутствии проход каналов выполняют с помощью устройства заготовки каналов, представляющее собой упругий стеклопластиковый пруток диаметром 10 мм и длиной до 150 м смотанный на барабан диаметром около 1 м. Пруток проталкивают в канал до смежного колодца. Далее к наконечнику прутка крепят конец кабеля и вытягивают его обратно. Для крепления нужно использовать специальный наконечник, который фиксируется на кабеле за его силовой элемент и бронепокрытия и должен быть снабжён компенсатором кручения. Протяжка должна осуществляться плавно и без рывков.

При наличии на трассе прокладки резких поворотов в колодце устанавливается поворотный ролик. При его отсутствии кабель вытягивается из этого колодца петлёй, и дальнейшая прокладка выполняется как с начальной точки трассы. Часто для экономии времени строительства кабель перебирают руками прямо в колодце, направляя в трубу канализации.

### **Прокладка кабеля в зданиях.**

Прокладка ОК обычно не представляет большой сложности, как из-за небольшой длины трассы, так и из-за более лёгкой и гибкой конструкции используемого для этого внутриобъектового кабеля. В случае прокладки в трубной разводке, под фальшполом и за фальшпотолком кабель сначала сматывают с транспортировочного барабана и выкладывают петлёй или восьмёркой в начальном пункте трассы, а затем плавно затягивают в кабельный канал. Для облегчения работы может быть использована стальная протяжная проволока длиной 5-10 м.

При укладке кабеля на открытых кабельростах или в желобах в длинных коридорах более удобно разложить кабель на полу вдоль трассы, а затем поднять его на желоб с фиксацией пластиковыми хомутами через каждые 2-3 м.

По нежилым чердакам и техническим этажам зданий (если они сквозные) кабель очень удобно подвешивать с помощью стандартных металлических подвесов на предварительно натянутый несущий трос. При этом обычно не требуется сложный расчёт на прочность с учётом ветровых и гололёдных нагрузок. Этот же способ можно рекомендовать и при прокладке кабеля по подвалам и техподпольям зданий при отсутствии существующих кабельных каналов.

### **Воздушная подвеска кабеля.**

Варианты подвески ОК имеют ряд достоинств по сравнению с другими способами строительства:

- отсутствие необходимости отвода земель и согласований с заинтересованными организациями;
- сокращение сроков строительства;
- уменьшение объёма возможных повреждений в районах городской застройки и промышленных зонах;
- снижение капитальных и эксплуатационных затрат;
- независимость от типов грунтов и почв.

Однако существуют и недостатки воздушной прокладки:

- меньший срок службы в связи с воздействием окружающей среды;
- подверженность повышенным механическим напряжениям в неблагоприятных погодных условиях;
- неэстетичность;
- сложность расчёта при воздействии нагрузок во всех условиях эксплуатации.

Для строительства ВОЛС методом подвески в населённых пунктах широко используется подвеска ОК к стальному тросу, натянутому между опорами на консолях, а также подвеска ОК со встроенным тросом на консолях специальной конструкции. При подвесе ОК к стальному тросу каждая консоль крепится к опоре специальными шурупами. Высота установки консолей (с учётом нормальной стрелы провеса) должна быть такой, чтобы просвет от земли до низшей точки кабеля составлял не менее 4,5 м. Крепится ОК к тросу при помощи подвесов из оцинкованной тонколистовой стали. Подвесы должны плотно охватывать ОК и свободно перемещаться по стальному тросу.

При подвеске ОК со встроенным несущим тросом используется стандартная электросетевая арматура типа КГП и поддерживающий зажим ПСО-14-03. Для натяжного крепления самонесущего ОК используют спиральный зажим марки НСО-14П-02. Крепление этого зажима к опоре осуществляется через поставляемый с зажимом коуш и линейную сцепную арматуру. Ремонт спиральных поддерживающего и натяжного зажимов запрещается.

На приведённых ниже рисунках показана арматура для натяжного и поддерживающего креплений ОК на опорах круглого сечения.

**Схемы крепления самонесущего диэлектрического ОК на опорах круглого сечения.**

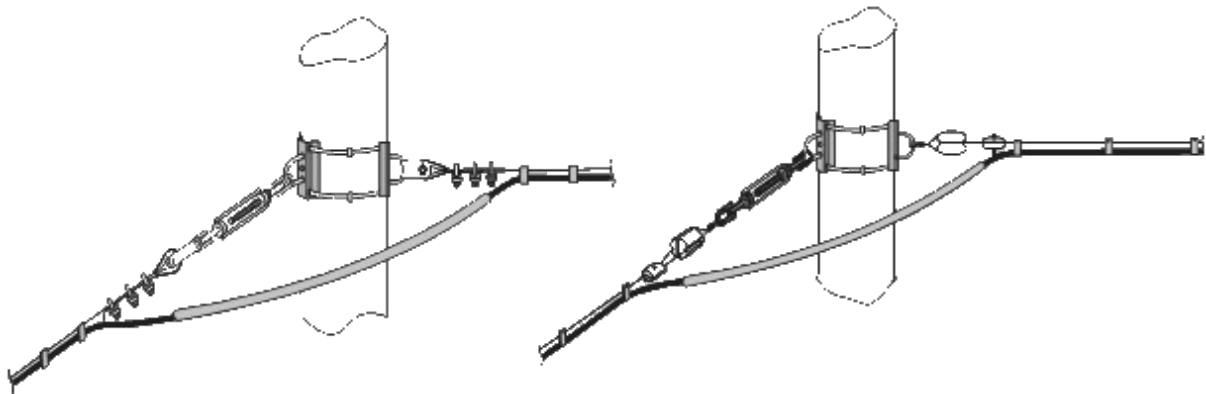


Рис. 1 Схемы натяжного крепления ОК

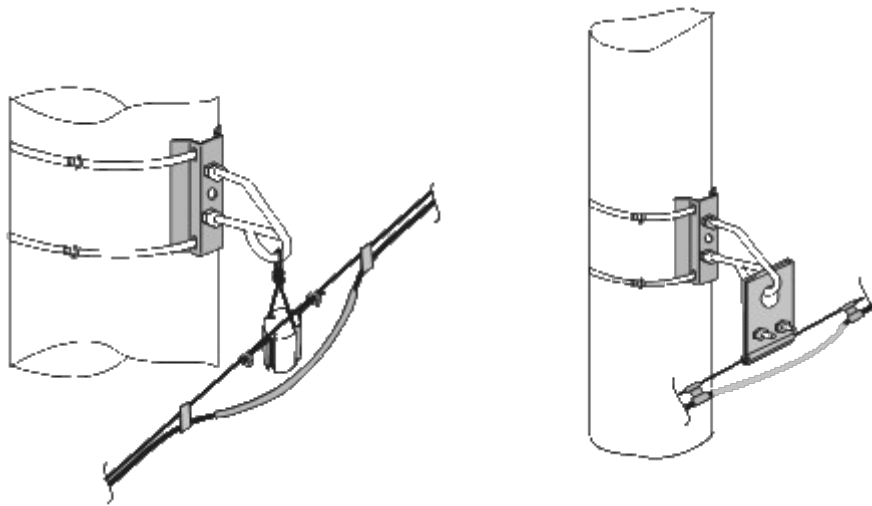


Рис. 2 Схемы поддерживающего крепления ОК

**Схемы крепления самонесущего диэлектрического ОК на опорах круглого сечения.**

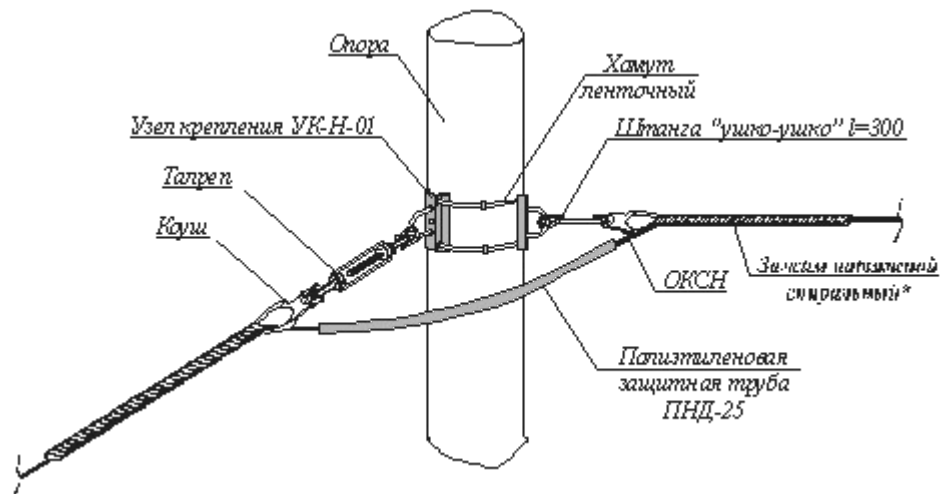


Рис. 3 Схема натяжного крепления самонесущего ОК

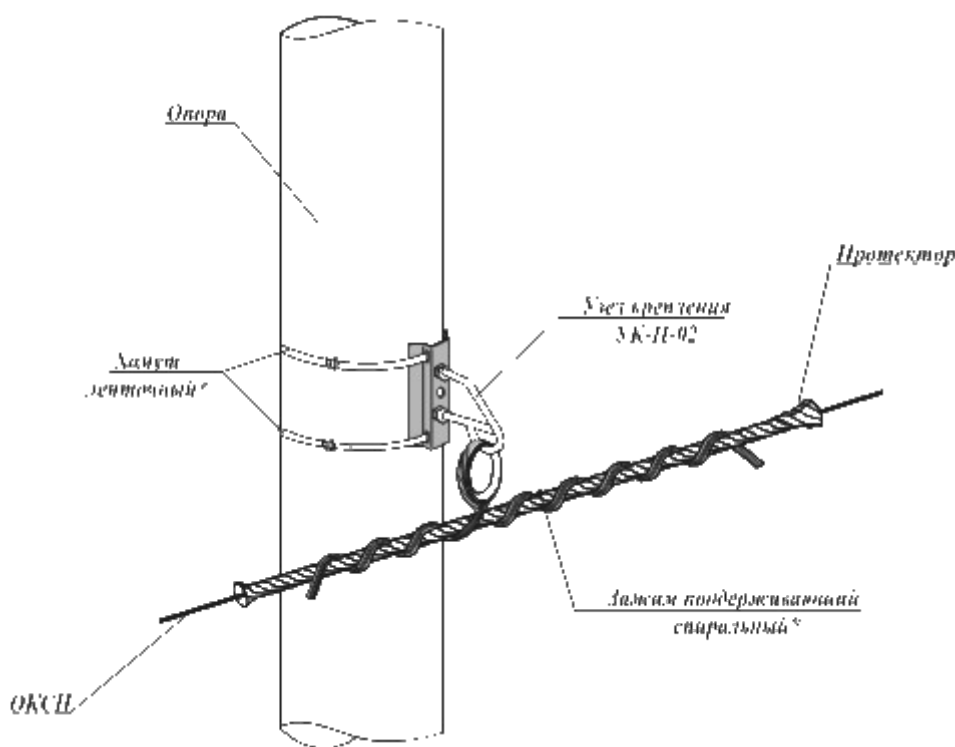


Рис. 4 Схема поддерживающего крепления самонесущего ОК

Как указывалось выше, к недостаткам воздушной подвески ОК можно отнести сложность расчета всех нагрузок, действующих на воздушно-кабельный переход (ВКП). Расчёт несущего троса включает расчёт фактической силы натяжения в условиях эксплуатации, которая не должна превысить предельной прочности троса на разрыв, и расчёт расходуемой длины троса. Предельную прочность троса на разрыв и его удельный вес можно найти в технической документации производителя. При расчёте натяжения троса нужно учесть все составляющие нагрузки, которые могут влиять на его растяжение в реальных условиях, т. е. подсчитать его полную весовую нагрузку. В худшем случае трос растягивается под действием собственного веса, веса кабеля и крепёжной конструкции, веса намерзающего льда (вертикальная составляющая нагрузки). Кроме того, нагрузка на трос увеличивается под действием силы ветра (горизонтальная составляющая нагрузки). Расходуемая длина троса должна рассчитываться с учётом провеса, который меняется в зависимости от колебаний температуры и силы натяжения.

Как показывает практика, надёжность прокладки кабеля на подвесе можно гарантировать при использовании троса, натяжение которого не превышает 60 % от его предельной прочности на разрыв (во всех условиях эксплуатации). Вопросы и методика полного расчёта воздушно-кабельных переходов являются довольно сложными и не приводятся в настоящей статье. Некоторые формулы и соображения в доступной и понятной форме изложены в [6, 7].

#### **Разделка оптического кабеля.**

Разделка оптического кабеля включает в себя этапы удаления внешних покровов и разделку сердечника.

В процессе разделки оптического кабеля осуществляют удаление броневых покровов,

защитных оболочек и подготовку световодов к установке коннекторов или к сращиванию с помощью сварки. Во время разделки кабель должен быть жёстко зафиксирован на монтажном столе струбциной, часовыми тисками или пластмассовой стяжкой.

Целью разделки является подготовка световодов к сварке или монтажу коннекторов. Длина разделки обычно составляет около 1 м при использовании сварной технологии.

Удаление внешнего защитного шланга начинают с нанесения на его оболочку кольцевого разреза. Расстояние от края кабеля до места разреза должно быть равно длине разделки. Затем защитный шланг разрезают с помощью разрывной нити или ножа в продольном направлении. При отсутствии в конструкции кабеля разрывной нити хороший эффект даёт применение специального кабельного ножа с самоориентирующимся или поворотным резаком.

Удаление броневых покровов выполняют по-разному в зависимости от типа применяемой брони. Круглая стальная проволока откусывается бокорезами на расстоянии 5-10 мм от края внешнего защитного шланга. Для перекусывания проволоки стальной оплётки отдельные её нити удобно предварительно приподнять шилом. В случае ленточной брони сначала разрывной нитью или ножом вскрывается клеевой шов, лента отделяется от внутреннего шланга и затем отрывается плоскогубцами. После удаления брони конец внешнего защитного шланга и броневое покрытие заматывают изоляционной лентой на длину около 3-х см.

Внутренний защитный шланг снимается с кабельного сердечника аналогично внешнему с использованием разрывной нити, обычного или кабельного ножа. Элементы сердечника расплетаются, конец кабеля жёстко фиксируется на монтажном столе часовыми тисками, стяжками или струбциной. Нити упрочняющей кевларовой обмотки отрезаются ножницами, упрочняющие элементы удаляются бокорезами, центральный силовой стальной трос перерезается тросокусами или перепиливается ножовкой по металлу.

Для съёма трубок модулей используется стриппер или специальный кольцевой нож. Инструментом на оболочке делается кольцевой разрез, затем трубка плавным постоянным тянущим усилием снимается с волокна. Для уменьшения усилий, действующих на волокна, трубки модулей снимаются в несколько приёмов.

После удаления защитной трубки модуля волокна очищаются от гидрофобного геля тряпкой или салфеткой, смоченной в специальной очищающей жидкости или спирте. Обработанное волокно откладывается в сторону. Затем приступают к разделке следующего модуля.

Полностью разделанный кабель вводится в коммутационно-разделочное устройство, и после фиксации в нём – готов к дальнейшей работе.

### **Основные правила техники безопасности при работе с волоконно-оптическими устройствами.**

При работе с оптическим кабелем и другим волоконно-оптическим оборудованием необходимо:

1. Ни при каких условиях не смотреть в торец волоконного световода или разъёма

оптического передатчика. Передаваемое по световоду излучение находится вне видимого диапазона длин волн, однако может привести к необратимым повреждениям сетчатки глаза.

2. Избегать попадания обрезков оптического волокна, образующихся при монтаже коннекторов и сращивании волокон, на одежду или кожу. Эти обрезки необходимо собирать в плотно закрывающиеся контейнеры или на клейкую ленту. Работу с волокном необходимо проводить в защитных очках.

3. Во время работы с оптическим волокном категорически запрещается приём пищи, а после работы необходимо вымыть руки с мылом.

4. Следует иметь в виду, что спирт и растворители, применяемые при удалении защитных покрытий, являются огнеопасными и горят бесцветным пламенем, могут быть токсичными и вызывать аллергическую реакцию.

5. Сварочные аппараты используют для формирования электрической дуги высокое напряжение, которое является опасным для жизни, а дуговой разряд между электродами может привести к возгоранию горючих газов и паров легко воспламеняющихся жидкостей.

6. Курение во время работы с оптоволокном может привести к резкому снижению качества сварки или изготавливаемого коннектора.

Полезные советы (выписка из Технических условий на оптические кабели связи, раздел: Указания по монтажу и эксплуатации).

- Кабели предназначены для прокладки (монтажа) при температуре не ниже минус 10° С.
- Радиус изгиба кабеля при прокладке (монтаже) должен быть не менее 20-ти номинальных наружных диаметров кабеля.
- При монтаже кабеля не должны быть превышены допустимые растягивающие и раздавливающие нагрузки, а также другие механические характеристики, величины которых заданы Техническими условиями.
- Допустимый статический радиус изгиба оптических модулей – не менее 40 мм.
- Допустимый радиус изгиба оптического волокна при монтаже – не менее 3 мм (в течение 10 мин.).
- Организации, осуществляющие прокладку и монтаж кабеля, должны иметь действующий сертификат на право проведения соответствующих строительно-монтажных работ.

При прокладке (монтаже) и эксплуатации кабелей, предназначенных для подвески на воздушных линиях связи должны соблюдаться следующие особые требования:

- При размотке кабеля в процессе прокладки должны быть исключены касания кабеля любых предметов, за исключением вращающихся роликов.
- Радиус установленных на первой опоре монтажных роликов должен быть не менее 20-ти номинальных наружных диаметров кабеля.
- В процессе прокладки стрелы провеса должны быть больше проектных величин. Установка проектных стрел провеса должна осуществляться при окончательном натяжении кабеля.
- Технические характеристики арматуры для подвески должны быть согласованы с изготовителем кабеля.
- При эксплуатации кабели должны быть защищены виброгасителями от вибрации, возникающей при ветровой нагрузке.



## **Литература:**

1. А. Б. Семёнов, "Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях связи". – Компьютер пресс, Москва, 1998 г.
2. Р. Фриман, "Волоконно-оптические системы связи". – Москва: Техносфера, 2003. – 440 с.
3. "Волоконно-оптические системы связи на ГТС". – Справочник. Под ред. А. С. Брискера, А. Н. Голубева. – М.: "Радио и связь", 1994 г.
4. "Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы". – 2-е изд., перераб. и доп. / Сб. статей под ред. Дмитриева С. А. и Слепова Н. Н. – М.: ООО "Волоконно-оптическая техника", 2005 г. – 576 с.
5. З. А. Зима, И. А. Колпаков, А. А. Романов, М. Ф. Тюхин, "Системы кабельного телевидения". – Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, 2004г.
6. С. В. Волков, "Сети кабельного телевидения". – М.: Горячая линия-Телеком, 2004 г. – 616 с.
7. "Кабели TFC. Методика расчёта натяжения троса при воздушной прокладке". – Журнал ТЕЛЕ-Спутник, февраль 2000 г.
8. Оптические кабели связи. Технические условия. ТУ 3587-009-48973982-2000.
9. Сайт компании "Связьстройдеталь" – [www.ssd.ru](http://www.ssd.ru)