



# Кодекс самурая, или Градиент\*] инженера

## ЧАСТЬ 1

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) — это особый мир, и всякий, кто намерен в него погрузиться, должен обладать особыми качествами, как на профессиональном уровне, так и на уровне мировоззрения.

Сергей КАБЫШ

**Н**аша информационная эпоха требует неуклонного и все возрастающего развития сетей связи. Их основой являются волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). Они будут развиваться, влияя на повседневную жизнь, пока оптическое волокно (ОВ) не придет в каждый дом. Это влечет за собой необходимость все большего числа квалифицированных инженеров для строительства и эксплуатации ВОЛС. Почти двадцатилетняя работа с ВОЛС на киевской телефонной сети дает автору возможность поделиться своим опытом.

Для большей назидательности структура и стиль для заметок позаимствованы из книги «Кодекс самурая» в современном переводе «Бусидо Сосинсю» Тайры Шигесуке, сделанном Томасом Клири. Как оказалось, практика инженера ВОЛС в чем-то перекликается с боевой жизнью и духом знаменитой японской воинской аристократии. Судите сами: авария на ВОЛС — это то же сражение, результат которого зависит от умения каждого участника событий и от умелого управления совместными действиями. Мастерство работы с современными приборами так же важно для инженера, как мастерство владения

оружием для самурая. А отношение самураев к своей службе — пример для подражания современных инженеров. Для кого-то такие аналогии могут показаться шуткой, но, как известно, за шуткой иногда скрываются весьма серьезные вещи.

Главная задача этого труда — показать основные направления на пути к мастерству и совершенству в работе инженера, в частности, при работе с ВОЛС. Стремление к совершенству, подобное стремлению показательной функции к оси абсцисс, неизменно приближающейся к ней, но никогда не достигающей ее, может быть для истинного инженера залогом полноты жизни. Если смыслом жизни считать решение дуалистической задачи по преобразованию к лучшему внешнего материального мира и самосовершенствование собственной духовной сущности, то бесконечное совершенствование в любимом деле — один из путей достижения этой цели.

### Общие рассуждения

*«Тому, кто вознамерился пройти путем воина, надлежит всегда помнить о смерти — каждый день и каждую ночь. Если вы будете пом-*

*нить о смерти всю жизнь, отпущенную вам, ваш характер улучшится, а добродетели преумножатся».*

Тому, кто стремится достичь мастерства и совершенства в своей работе, надлежит всегда помнить о быстротечности жизни. Те, кто тешат себя мыслями о запасе времени в будущем, не успеют свершить и малой части возможного. Долго тянутся часы, а годы пролетают незаметно. Только тот, кто с молодых лет ценит время, сможет достичь мастерства и совершенства. Для этого необходимо строить краткосрочные и долгосрочные планы и стремиться их выполнять.

Чем грандиознее планы, тем существеннее свершения. Необходимо мечтать о счастливом будущем, так как материальная мысль является не-



Невосполнима утрата,  
Былые потери.  
Время...

\*] Градиент — вектор, указывающий направление наиболее быстрого роста функции.

отъемлемой составляющей будущих свершений. Сдерживая порывы своих мечтаний, вы сдерживаете свой рост, как в профессиональном, так и в духовном плане. Вы должны быть уверены, что предел вашего совершенства зависит только от вас.

### Об образовании

*«Воину-самураю надлежит обучаться грамоте, а не только умению владеть копьем и мечом, выучиться чтению, письму и изучать классическую литературу с семи или восьми лет. Когда будущему воину исполнится пятнадцать или шестнадцать лет, его следует обучать верховой езде, стрельбе из лука и прочим искусствам боя».*

Путь инженера есть путь образования, путь обретения знаний, широкого кругозора и умения проникать в скрытый смысл вещей и событий. Процесс образования и обучения должен быть непрерывен от вопроса к ответу и т. д. Необходимо задавать себе правильные вопросы и находить на них ответы. Это далеко не так просто, как может показаться. Много времени может уйти на поиск ответов, которые не помогут вам в вашем профессиональном росте. Но вам может помочь понимание того, что в каждом вопросе уже заложена половина ответа.

Для того, чтобы стать специалистом высокой квалификации в области ВОЛС, необходимо изучать не только принципы построения сетей ВОЛС, характеристики и принципы работы всех компонентов сетей ВОЛС, современные принципы и методы эксплуатации ВОЛС, но и системы коммутации, а также системы передачи, без которых транспортные сети мертвы и темны.

В настоящее время линии связи трансформировались в сети с неизбежным изменением свойств и возможностей. Необходимо помнить, что любая работающая сеть ВОЛС — это развивающаяся структура, с постоянно изменяющимися характеристиками. Знать сеть ВОЛС сегодня — это с максимальной точностью предвидеть то, какой она будет завтра.

А точность предвидения зависит от уровня вашей образованности и квалификации.



К чему стремиться,  
Коль все преходяще?  
Знания...

### О правилах поведения

*«И вот что я скажу умам, алчущим познаний и вековой мудрости: есть в «Кодексе самурая» две категории правил поведения воина — повседневные и чрезвычайные. К повседневным правилам поведения самурая отнесу принципы рыцарства и вооружения. Чрезвычайные правила поведения воина-самурая включают в себя принципы общевойсковые и ведения битвы».*

Для инженеров, эксплуатирующих ВОЛС, есть также две категории правил поведения. К первой категории уместно причислить повседневные правила поведения инженера при выполнении плановых работ. Ко второй категории относятся правила поведения в чрезвычайных ситуациях, при аварийных повреждениях ВОЛС.

Выполняя плановые работы по эксплуатации сети ВОЛС, будь то эксплуатационные измерения, текущий ремонт либо работа с базой данных, инженер неизменно должен совершенствовать свое мастерство в работе с оптическими тестерами, рефлектометрами, сварочными аппаратами и повышать свой уровень работы с компьютерной техникой.

Выполняя любую плановую работу, инженер должен четко осознавать, в чем ее необходимость и каково ее влияние на повышение уровня надежности сети ВОЛС в целом.

Скорость и слаженность работы всей группы при устранении аварийных повреждений на сети ВОЛС определяют ее лицо. Все ваши академические знания и практический опыт работы с приборами будут бесполезны, если вы не сможете восстановить поврежденную ВОЛС в надлежащие сроки. Скорость восстановления аварийных повреждений зависит и от слаженности действий каждого специалиста группы. Лишних команд при управлении процессом восстановления ВОЛС быть не должно. Каждый специалист должен предвидеть как свои действия, так и действия своих товарищей, несмотря на многовариантность развития событий, и работать на общий результат.

Выбранные правила поведения определяют направление вашего развития.



Вода в колодце  
И ветер над ним.  
Только друга рука...

### О готовности к аварии

*«И вот что я скажу в назидание молодым воинам: жажда схватки с противником — вот на чем зиждется боевой дух воина-самурая. Он готов к встрече с врагом день и ночь, двадцать четыре часа в сутки. Стоит ли он на посту, спит ли в своей палатке или прогуливается на свежем воздухе — самурай никогда не забывает о возможности встречи с врагом».*

Инженер, занимающийся эксплуатацией сетей ВОЛС, должен быть готов выехать на аварию двадцать четыре часа в сутки. Выехать на аварию даже тогда, когда находится на природе, за городом, либо дома в окружении своих близких и друзей. Готовность к аварии органично вплетается в вашу жизнь и не имеет ничего общего с постоянным

ожиданием аварии, которое приносит лишь вред. И вы не должны ожидать похвалы от руководства.



Внезапный звонок.  
Рушатся планы.  
Авария...

**О правильных и неправильных решениях**

*«Так было, так и будет, ибо должно воину уметь выбирать между правильным и неправильным, стремиться к правильному и избегать неправильного, ибо путь воина — это путь жизни, с которого ему не свернуть до последнего дня своего. Поступать правильно или неправильно — значит выбирать между добром и злом».*

Если вам необходимо принимать решение при выборе новых компонентов ВОЛС, таких как оконечные устройства либо оптические муфты, в первую очередь, необходимо учитывать влияние компонентов на уровень надежности сети ВОЛС в целом и на возможности дальнейшего гармоничного роста сети. Лишь после этого учитывается соотношение цена/качество продукции, принимая во внимание долговременность работы компонентов ВОЛС.

Если вы выбираете измерительные приборы и оборудование для монтажа ВОЛС, то сначала необходимо оценить соответствие технических данных приборов характеристикам эксплуатирующихся или строящихся сетей ВОЛС. Вы сами должны проверять каждую строку спецификации или советоваться с другими специалистами.

Но в любом случае вы должны быть честными перед собой и четко расставлять приоритеты. На первом месте всегда должны быть интересы вашего предприятия, если они, конечно, не вступают в конфликт с интересами

вашей страны. Ваши личные интересы всегда должны идти после интересов вашего предприятия. Но пренебрегать личными интересами настолько же глупо, насколько недопустимо ставить их выше интересов предприятия.

Чем выше должность, тем больше соблазнов поменять приоритеты, прикрываясь лозунгами о благе предприятия. Но самого себя нельзя обмануть, и каждый должен уметь отвечать за свои решения.



Как поступить,  
Когда сердце молчит?  
Смятение...

**О дисциплине**

*«Неосмотрительный и упрямый всегда стоит на своем и делает только то, что считает нужным, пренебрегая мудростью и опытом других. И вот что я скажу в назидание воинам: надлежит вам всячески остерегаться упрямых и глупых, не числя их среди друзей своих, ибо опасны и коварны они».*

Отношение к вам ваших товарищей во многом зависит от вашего отношения к работе. Тот, кто позволяет себе опаздывать либо некачественно выполнять порученную работу, теряет доверие товарищей.

Недисциплинированный инженер требует дополнительного контроля над качеством своей работы, что недопустимо, особенно при



Новичок на распутье:  
Пахать иль гулять?  
Тяжкий выбор...

устранении аварийных повреждений на ВОЛС. Такой инженер никогда не станет мастером своего дела, а потому, если он работает с ВОЛС, у него всего два пути: либо он меняет свое отношение к работе и к своим товарищам, либо он меняет работу.

**О техническом обеспечении**

*«И вот что я скажу: следует дать хорошо сработанный и надежный меч даже самому последнему бойцу или прислужнику из воинов низшего ранга, тяжелые панцирные доспехи и стальные шлемы — молодым, крепким и отважным воинам, грудные латы, защиту для ног и медные каски-дзингасу должно получить и воинам низшего ранга — пехотинцам асигару, даже челядь вашу будет вполне уместно обеспечить кожаными шлемами кави-гаса».*

Даже инженеры самой высокой квалификации не смогут ни построить, ни отремонтировать ВОЛС без соответствующей приборной базы.

Необходимо помнить, что любая, даже качественно построенная на надежных компонентах ВОЛС, нуждается в квалифицированной эксплуатации. В былые времена, приобретение приборной базы для эксплуатации сетей связи предусматривалось в проектах на их строительство. Возможно, такой порядок вернется, а пока, учитывая высокую стоимость приборной базы для эксплуатации ВОЛС, вы будете стоять перед выбором: либо приобретать приборную базу и эксплуатировать ВОЛС своими силами, либо сдавать ВОЛС на техническое обслуживание тому, у кого есть специалисты, приборная база и соответствующая лицензия.

Однако не стоит впадать в крайности при решении этих вопросов. Все зависит от объемов вашей сети ВОЛС. Чем выше объем сети, тем острее необходимость в собственной приборной базе и соответствующих специалистах. Приборная база может наращиваться постепенно, начиная с измерителей мощности оптического излучения, оптических тестеров, рефлектометра, сварочного аппарата с комплектом инструментов и скалывателями

ОВ до видеоскопа, идентификатора ОВ и т.д. Технические характеристики приборов должны соответствовать характеристикам сети ВОЛС.

Также необходимо помнить, что постоянное количественное и качественное развитие сетей ВОЛС влечет за собой необходимость постоянного обновления приборной базы. Этот процесс необходимо вести планомерно, с учетом информации о путях развития как сетей ВОЛС, так и приборной базы.

Грамотное техническое обеспечение позволяет решать максимум задач при минимальных затратах.



Приоткрыть скрытый смысл  
Помогут — наши глаза-  
Приборы...

### О работе с оптическими тестерами

*«Если воин, стремящийся к знаниям, умен и смыслен от природы, он станет гораздо мудрее, посвятив себя изучению воинского искусства. Воины, обделенные природой, умнее и сообразительнее уже не станут, однако и они научатся, по крайней мере, держать язык за зубами, не говорить и не совершать глупостей, когда можно этого избежать. Вот почему хороший воин не упускает возможности постичь оберегаемые от непосвященных секреты воинского мастерства».*

В классическом варианте оптический тестер включает источник излучения и измеритель оптической мощности. Определение оптической мощности либо уровня оптического сигнала в конкретной точке сети ВОЛС является основой измерений оптических параметров.

Для более точных измерений недопустимо менять условия ввода оптического излучения в ОВ. Это связано с тем, что размеры излучающей

поверхности излучателя соизмеримы с размерами сердцевины одномодового волокна, в то время как площадь фоточувствительной пластины фотоприемника на несколько порядков больше.

Перед тем как проводить измерения оптическими тестерами, вы должны знать величину ожидаемого расчетного значения затухания. А также четко понимать цель проводимых вами измерений и в зависимости от обстоятельств учитывать погрешность измерений.

Измерения затухания ОВ могут проводиться в следующих случаях.

#### 1. Приемно-сдаточные измерения.

В этом случае необходимо учитывать погрешность измерений при сравнении полученного результата с расчетным максимально допустимым. Особую сложность вызывают измерения затухания коротких ВОЛС (до 2 км), так как при этом затухание линии соизмеримо с потерями на разъёмных соединениях и с величиной погрешности измерений.

#### 2. Эксплуатационные измерения.

В этом случае необходимо сравнивать полученный результат с расчетным, а также с результатами предшествующих плановых измерений.

#### 3. Измерения при аварии.

При проверке ОВ на целостность погрешность измерения не имеет значения, так как проверяется работоспособность ОВ. Но при контрольных измерениях после устранения аварийных повреждений значение затухания ОВ должно быть ниже расчетного.

#### 4. Технологические измерения.

В этом случае измерения проводятся для определения работоспособности системы передачи либо по отдельным, либо проклученным через несколько промежуточных пунктов трактам ОВ. В данном случае затухание оптического тракта должно быть как минимум на 3 дБ ниже энергетического потенциала системы для ее стабильной и надежной работы.

Очень важно при измерениях очищать торцы оптических разъемов. Чистота торца оптического разъема в большой степени определяет достоверность результатов из-

мерений, а иногда может влиять и на качество связи.

Квалифицированный инженер должен всегда осознавать цель проводимых измерений и учитывать множество факторов, влияющих на величину и достоверность полученного результата.



Снова и снова  
Чистишь, надеясь.  
Разъем...

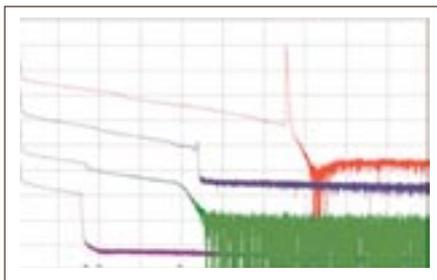
### Об искусстве измерений рефлектометром

*«Тем, кто намеревается посвятить свою жизнь изучению воинской науки, не следует останавливаться на полпути. Трудитесь до тех пор, пока не осмыслите все секреты и таинства воинского мастерства, а, достигнув вершин, вы убедитесь в том, что постигли простоту первооснов мира».*

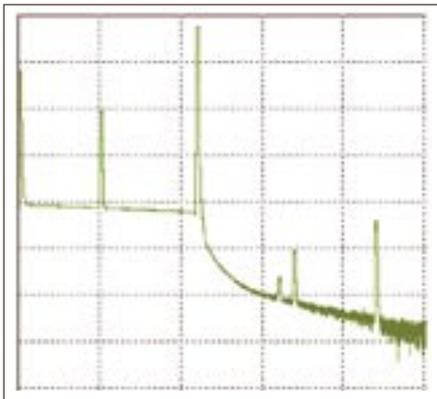
Искусство диагностики оптических волокон (ОВ) по рефлектограмме сродни искусству древних врачей диагностировать пациентов по цвету ногтей либо белков глаз. По одной линии на экране рефлектометра определить работоспособность ОВ, характер и место повреждения очень не просто. Невозможно определить при помощи рефлектометра и причину повреждения, которая определяется непосредственно на месте.

Рефлектометр различает на ОВ два основных типа объектов: отражающие и неотражающие.

Отражающие объекты определяют в местах границы раздела двух сред и отображаются на рефлектограммах всплесками. К отражающим объектам относятся: начальный торец ОВ, разъёмные соединения, трещины на ОВ,



Рефлектограммы ОВ с обрывами



Рефлектограмма ОВ с «фантомами»

конечный торец ОВ либо обрыв. Большинство рефлектометров позволяют определить расстояние до отражающего объекта, потери на нем и уровень отраженного сигнала.

При определении расстояния до обрыва на ОВ необходимо помнить, что отображение обрыва на рефлектограмме зависит от состояния торца ОВ. Отображение обрыва может выглядеть как ярко выраженный всплеск, при чистом перпендикулярном сколе, так и вообще без всякого всплеска, при загрязненном и ломаном сколе. Естественно, возможны и промежуточные варианты.

На рефлектограмме могут появляться «фантомные» всплески там, где на реальном ОВ нет границ раздела двух сред. Появление «фантомов» на рефлектограмме может быть вызвано переотражениями оптического сигнала от разъёмных соединений в обоих направлениях и некорректным заданием такого параметра измерений, как длина линии. В этом случае, расстояние до фантома будет обычно вдвое больше, чем до события на границе раздела двух сред.

Необходимо различать «фантомы» от разъёмных соединений, обрывов и конечных торцов ОВ. От обрывов и конечных торцов ОВ «фантомы» отличает наличие линии рефлек-

тограммы после него, так как после обрыва либо конечного торца ОВ на рефлектограмме отображаются явно выраженные шумы.

Неотражающие объекты определяются в местах сварных соединений и локальных неоднородностей на ОВ. На рефлектограммах они отображаются ступеньками. Ступеньки могут быть как с положительным, так и с отрицательным знаком.

Рефлектометр определяет расстояние до неотражающего объекта и потери на нем. Потери на сварных соединениях, учитывая возможность разнознаковых ступенек, определяются как среднеарифметическая сумма двух значений потерь в противоположных направлениях. Разнознаковые ступеньки в местах сварных соединений ОВ объясняются в первую очередь не качеством соединения, а незначительными различиями оптических и геометрических характеристик соединяемых ОВ.

Проблема состоит в том, что далеко не каждое неотраженное событие отображает сварное соединение в муфте и далеко не каждое сварное соединение в муфте регистрируется рефлектометром, так как потери на нем могут быть близки к нулевым.

Если вы стремитесь к совершенству в работе с оптическим рефлектометром, необходимо изучить все его возможности, все параметры измерений и их влияние на конечный результат.

Необходимо помнить, что каждый конкретный прибор имеет свои особенности, выявляемые после длительной работы на нем. Как два автомобиля одной и той же марки и года выпуска могут работать по-разному, так и два прибора.

Достоверность и полнота выводов о состоянии ОВ по рефлектограмме зависит не только от уровня мастерства работы с рефлектометром, но и от общего уровня знаний специалиста. При этом необходимо понимать скрытый смысл вещей, сопоставляя достаточно большие объемы информации о технических характеристиках ОК, качественном уровне строительства ВОЛС, условиях эксплуатации, статистики повреждаемости, надеж-

ности компонентов данной ВОЛС и особенностях конкретного прибора. Чем больший объем информации Вы сможете обработать при измерении рефлектометром — тем более точными будут ваши выводы о состоянии измеряемого ОВ.



Всплеск на экране.  
Беззвучный гром.  
Обрыв...

### Об эксплуатационных измерениях

*«Когда бы вы ни встретили достойного и опытного воина, отложите бесполезные праздные разговоры и спрашивайте ветерана о том, что может пригодиться вам в будущем. Спрашивайте многократно, слушайте внимательно и все запомните».*

Как выигранное без единой капли пролитой крови сражение говорит о таланте полководца, так и повреждения, не приведшие к аварии благодаря их своевременному устранению, говорят о мастерстве инженера. К сожалению, не все аварии возможно предотвратить. Но если это возможно, то, безусловно, и необходимо. Именно для выявления повреждений проводятся эксплуатационные измерения.

Эксплуатационные измерения помогают поддерживать достоверность базы данных и иметь наиболее полную информацию о состоянии сети ВОЛС в целом. При эксплуатационных измерениях проводят измерения затухания всех свободных (не подключенных к системам передачи) оптических волокон в двух направлениях. Измеренные значения сравниваются с расчетными максимально допустимыми значениями. Если измеренное значение затухания ниже расчетно-

го, то ОВ классифицируется как нормальное. Если измеренное затухание выше расчетного — ОВ классифицируется как волокно с повышенным затуханием.

Следующим этапом проводится рефлектометрия всех ОВ с повышенным затуханием для локализации повреждений. По данным рефлектометрии проводится текущий ремонт сети ВОЛС.

Если сеть ВОЛС построена квалифицированными специалистами на современных надежных компонентах, то комплекс эксплуатационных измерений достаточно проводить один раз в год.



Из года в год  
Параметров волокон изменения.  
Измерения...

### О мастерстве монтажа оптического кабеля

*«Что касается таких боевых искусств, как стрельба из лука, стрельба из кремниевого ружья, приемы мгновенного обнажения меча и рукопашного боя — дзю-дзюцу, то воины должны совершенствоваться в них утром и вечером, день за днем, месяц за месяцем, год за годом».*

Монтаж оптического кабеля можно разделить на два этапа. Первый — разделка ОК, второй — сварка оптических волокон.

На первом этапе необходим соответствующий инструмент, умные руки и строгое соответствие выполняемых работ технологической карте монтажа для конкретного типа кабеля. При соблюдении вышеперечисленных условий количество работы будет прямо пропорционально влиять на качество и скорость ее выполнения.

Этап сварки ОВ является основополагающим при строительстве

и ремонте ВОЛС. В былые времена, когда сварочные аппараты не были автоматизированы, качество сварки во многом зависело от индивидуальных способностей и опыта монтажника. Необходимо было в ручном режиме подбирать ток разряда, время разряда, самостоятельно проводить юстировку и сварку оптических волокон. В настоящее время большинство сварочных аппаратов выполняют вышеперечисленные процессы автоматически.

Основной задачей монтажника является подбор соответствующего режима сварки с заранее заданными параметрами для оптимизации потерь на сварном соединении. Все это снижает значимость индивидуальных способностей монтажника, требуя взамен широкого кругозора и значительного объема знаний для работы с современными сварочными аппаратами.

Накопленный ранее опыт является необходимым, но уже недостаточным условием для того, чтобы не снижался уровень квалификации.

Необходимо также помнить, что сварочный аппарат — прибор индивидуальный, и за его состояние и комплектацию должен отвечать квалифицированный специалист, знающий особенности его работы.



Внимательно гляди,  
Не перепутай цвет.  
Монтаж...

### О текущем ремонте

*«Тот, кто пренебрегает будничными обязанностями воина — будь то охрана дома господина или дозорная служба — думая, не самурайское это дело, я-де покажу себя на поле брани, совершает великую ошибку. Недостоин звания воина тот, кто с небрежением относится к делам повседневным».*

Своевременно проведенный текущий ремонт позволяет поддерживать сеть ВОЛС в работоспособном состоянии и повышает уровень ее надежности. Текущий ремонт проводится по данным эксплуатационных измерений и может быть подразделен на три вида:

- ремонт оптических муфт;
- ремонт оконечных устройств;
- ремонт строительных длин ОК.

Основными типами повреждений на ВОЛС можно считать обрывы, трещины и локальные повышения затухания. Основными повреждениями в оптических муфтах являются:

- обрыв либо трещина на ОВ;
- повышенное затухание технологического запаса ОВ;
- повышенное затухание на сварном соединении ОВ.

Основными повреждениями на оконечных устройствах кроме трех вышеперечисленных являются:

- механическое повреждение торца оптического разъема;
- загрязнение торца оптического разъема;
- механическое повреждение втулки переходной розетки (адаптера);
- загрязнение переходной розетки (адаптера).

Своевременность, качество и скорость выполнения текущего ремонта во многом определяют уровень квалификации персонала, обслуживающего сеть ВОЛС.



Хрустнула втулка.  
Замена розетки.  
Ремонт...

(Продолжение следует)

**Сергей КАБЫШ,**  
руководитель группы ВОЛС,  
vols@ukr.net