

## ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА, В СВЕТЕ ТАЙН ЕВРЕЙСКИХ МУДРЕЦОВ.

*«Можно учиться у всего», - сказал как-то Рабби из Садгоры своим хасидам. – Всякая вещь может научить нас чему-нибудь, и не только та, что сотворена Б-гом. Творение рук человеческих также способно преподать нам урок.*

*- Чему мы можем научиться у поезда? – с сомнением спросил один из хасидов.*

*Тому, что из-за одного мгновения можно потерять всё.*

*- А у телеграфа?*

*Тому, что каждое слово учтено и ему назначена цена.*

*- Ну, а у телефона?*

*То, что мы говорим здесь, слышно там...*

**Мартин Бубер, «Десять ступеней. Хасидские высказывания», с. 53**

Читая книги, в которых сконцентрирована мудрость еврейского народа, поражаешься, насколько отдельные высказывания созвучны проблемам и особенностям работы в области волоконной оптики. Эти ассоциации субъективны и не всегда очевидны для широкого круга читателей. Осветить, по мере возможности, новые грани волоконной оптики с помощью еврейской мудрости – задача этой статьи.

Волоконно-оптические сети, в настоящее время, являются основой сетей связи, которые, в свою очередь, позволяют строить общепользовательское информационное поле нашей планеты. Безусловно, еврейская мудрость помогает при осмыслении проблем в любой области человеческой деятельности, и волоконной оптики в том числе. В то же время, для более глубокого понимания проблем и перспектив развития волоконной оптики, наряду с техническими знаниями, имеют значение опыт и мудрость, сконцентрированные в культурном наследии различных народов. Народные сказки вдохновляют смело стремиться к, казалось бы, несбыточному: скандинавские саги помогают находить простые решения сложных вопросов; самурайская этика показывает, как относиться к своему делу, а еврейская мудрость, основанная на многовековом изучении Торы, учит, как надо жить и работать.

Каждый находит в мудрых мыслях то, что может воспринять при соответствующем уровне развития. Высказывания мудрецов могут истолковываться на многих уровнях понимания, что не исключает истинность или ошибочность каждого толкования. Более того, важно понимать, что, если взгляды на какие-либо понятия, или их трактовку расходятся, это не исключает наличия определённой доли истины в каждом из них, даже при кажущихся противоречиях и не всегда адекватном переводе первоисточников.

Рассмотрение проблем волоконной оптики, в свете еврейской мудрости, лишь один из бесчисленных уровней её толкования, подтверждающий многогранность и универсализм тайн еврейских мудрецов.

## 1. НАЧАЛО

С начала начал уровень жизни людей зависел от их информированности. Во многих случаях от своевременности получения информации зависела жизнь людей. Вполне естественно, что вместе с человечеством развивались и средства передачи информации. От тамтамов и костров к оптическому телеграфу; от оптического телеграфа к проводному телеграфу; от проводного телефона к волоконно-оптическим системам связи. Всё ускоряющимися темпами увеличивались и увеличиваются объёмы передаваемой информации и скорости их передачи.

Во второй половине XX века возможности медных проводов, как среды передачи информации, уже не удовлетворяли запросам человечества. Необходимо было искать альтернативные варианты. Идеи использования световодов, как среды передачи информации, высказывались ещё в начале века. *Свет без больших потерь энергии можно перевести из одной точки к другой, пользуясь внутренним отражением от стенок палочки из стекла или, лучше, плавленого кварца. Роберт Вуд. 1905г.*

Любопытно, что в далёком 1828 году, при строительстве опытной подземной телеграфной линии Ф. Рональдса, стеклянные трубки использовались как изоляторы медных проводников. Вряд ли тогда кто-то мог предположить, что именно стеклянные (кварцевые) оптические волокна (ОВ) станут в XXI веке основной средой передачи информации.

Волоконная оптика возникла на стыке двух направлений в науке: изобретения источников оптического излучения и фотоприёмников, а также производства оптических волокон для передачи оптического излучения.

В 1950-х годах советскими учёными был создан квантовый генератор микроволнового излучения – мазер, а в 1960-х годах американскими учёными создан источник оптического когерентного излучения – лазер. В 1966 году Чарлз Као предложил использовать диэлектрические стеклянные волноводы для организации оптической связи и получил неофициальный титул «отца оптоволоконной связи». Для реализации этой идеи были необходимы стёкла с коэффициентом затухания до 20 дБ/км., а реальные потери в самых качественных на то время стёклах составляли 200-400 дБ/км.



*Корона Торы.*



*Книги Эстэр.*

*Помни: никогда не будет поставлено перед тобой препятствие, которое ты не в силах был бы преодолеть. Лукутей Могаран, ч. 2, 46.*

Впервые волоконно-оптический кабель (патент США № 3659915 от 2.05.1972 г.) и технологию его производства (патент США № 3711262 от 16.01.1973 г.) описали учёные фирмы «Корнинг Инкорпорэйтид»: физик-теоретик Роберт Маурер, химик Питер Шульц и физик-экспериментатор Дональд Кек. Этому событию предшествовали годы напряжённого труда.

Для начала необходимо было изготовить двухслойный стержень, у которого наружный (отражающий) слой имел бы показатель преломления меньше, чем внутренний. Это было необходимо для соблюдения условия полного внутреннего отражения, открытого Снеллиусом ещё в начале XVII века. Показатель преломления характеризует свойства среды, зависит от магнитной и диэлектрической проницаемости, и, чем он меньше, тем выше скорость распространения света в данной среде. Для вакуума показатель преломления минимален и равен единице. Из стёкол самый низкий показатель преломления имело кварцевое стекло (около 1,5). Но если из него делать сердцевину, то из чего же будет оболочка?

Группа Маурера решила изготавливать оболочку из чистого кварца, а сердцевину из кварцевого стекла с примесями. Во всём мире учёные старались удалить примеси из сердцевины и применяли кварцевое стекло именно из-за его чистоты, а группа Маурера искала такие примеси, которые не ухудшили бы прозрачности стекла. *Полдела в науке – терпение, а вторая половина – везение!* – считал Маурер.

В научных статьях различных журналов ставилась под сомнение возможность осуществления идеи производства оптических волокон с необходимыми характеристиками, но опыты не прекращались. Дональд Кек упорно измерял на сконструированном им же приборе каждый образец стекловолокна. В один из дней августа 1970 года прибор показал 16 дБ/км на длине излучения 633 нм. В лабораторном журнале появилась запись:

**«16 децибел! Эврика!».**

К 1972 году световоды с градиентным профилем показателя преломления уже имели затухание 4 дБ/км. Однако, для заинтересованности потребителей в организации волоконно-оптической связи одного волокна явно недостаточно. Необходимо было организовать производство всех компонентов ВОЛС: источников излучения, фотоприёмников, оптического кабеля, соединительных муфт и окончных устройств. Компании, владеющие

*Мысль о неуспехе ЗАПРЕЩЕНА, поскольку ведет к потере энергии и прорехам в освоении этого мира. Эзра Ховкин, «Ребе советует», с. 44.*



*Корона Торы.*

*События, которые мы называем случайными, принадлежат к разряду событий более высокого, Б-жественного порядка, доступ, к пониманию которого закрыт для человека. Нет, не своенравные приказы судьбы, а непостижимые для нас соображения действуют в таких случаях. Пинхас Полонский, «Осенние праздники», с. 68.*

телефонными сетями, относились к новым изделиям скептически, к тому же большие средства были уже вложены в расширение действующих и строительство новых заводов по производству электрических кабелей с медными жилами.

На 1978 г. пришлось очередное парадоксальное решение: при отсутствии спроса на оптические кабели решили строить полномасштабный завод по их выпуску. В 1979 г. завод был полностью подготовлен к поставкам продукции – в то время ещё многомодовых волокон. Парадоксальных решений, приведших к успеху, было немало. Вот ещё одно. Передовые фирмы производят смену оборудования примерно через 5 лет. В Corning замену производили в среднем каждые 18 месяцев.

Прорыв произошёл в 1982 г., когда компания MCI (США) приняла план создания собственной, независимой от АТТК, общенациональной телефонной сети на оптических кабелях и заказала фантастический объём – 100 000 км волокна. Причём волокна одномодового, перспективного, но ещё не апробированного в производстве. Рискованное и, по мнению скептиков, преждевременное строительство завода в штате Северная Каролина себя оправдало. Теперь следовало его срочно расширить и на ходу оснастить новым, более совершенным и даже ещё не прошедшим опытной проверки оборудованием. Была организована круглосуточная работа. Вокруг завода арендованы десятки квартир, в которых месяцами жили специалисты.

В 1983 г. 100 000 км одномодового волокна были изготовлены. Вслед за MCI по такой же партии заказал ряд компаний. Было решено резко увеличить производственную мощность завода – до 1,5 миллионов километров волокна в год. Один американский менеджер остроумно заметил, что ни один крупный прорыв не был совершён рассудительным человеком.

Через 14 лет, после того как Дональд Кек написал «Эврика» в лабораторном журнале, производство оптических волокон превратилось в крупную отрасль мировой промышленности. Наряду с Corning волокна изготавливают Lucent Technologies (США), Alcatel (Франция), Fujikura, Sumitomo, Furikawa (Япония). К началу XXI века в мире изготовлено более 300 миллионов километров оптического волокна. Давид Шарле, «Хет-трик в матче с Атлантикой», с. 203.

«Никогда не отчаивайся! Никогда! Запрещено отказываться от надежды» (Ликутей Могаран, ч. 2, 78). Сборник высказываний рабби Нахмана из Брацлава, «Пустое кресло», с. 110.



Корона Торы.

В Украине ВОЛС внедрялись планоно, по примеру развалившегося СССР, без всяческих прорывов и стремления опередить время. На киевской телефонной сети первый одномодовый кабель был смонтирован лишь в 1995 году, а последний многомодовый в 1996 г. (первый в 1987 г.). Лишь в 2005 году сравнялось количество эксплуатируемых многомодовых и одномодовых ОВ на киевской телефонной сети «Укртелекома». Несмотря ни на что, нас ожидает дальнейшее развитие ВОЛС не только на первичной сети и на городских магистральных сетях, но и на распределительных сетях, а в дальнейшем и на участках непосредственно до абонента.

## 2.ВНЕДРЕНИЕ

### 2.1. Производство

Славен и тернист был путь отечественных оптических кабелей от кабеля типа ОК – 50 до кабеля типа ОКЛБг. Слава досталась заводу-производителю, а тернии достались тем, кто эксплуатирует многомодовые оптические кабели типов ОК – 50 и ОКК – 50.

На киевской телефонной сети, пионере эксплуатации отечественных оптических кабелей (ОК), таковых многомодовых ОК более 800 километров. Их массовое внедрение на киевской сети началось в 1989г. после недолгих исследований на заводе, и с использованием отечественных компонентов при производстве. Завод, стремящийся в короткие сроки наладить выпуск оптического кабеля и сэкономить средства на исследованиях совместимости компонентов (например, гидрофоба и эпоксиакрилата), достигнет успеха только при поддержке государства и в ущерб потребителям.

Замена около 90 км. оптического кабеля типа ОК – 50 в девяностых годах по причине повышенного затухания оптических волокон на киевской телефонной сети прошла безболезненно для завода-производителя. Ведущие специалисты завода в большинстве случаев знали, что выпускаемый кабель типа ОК – 50 едва ли сохранит в норме оптические характеристики в течение гарантийного срока (3 года). При этом кабель продолжал выпускаться нарастающими темпами.

Заводы-производители должны нести моральную ответственность за выпускаемую



Тора – шилд.

*Человек, стремящийся моментально претворить в жизнь идею, которая его поразила, в своём начинании не достигнет успеха. Путь к высокому служению пролегает через приобретение глубокого знания. М. Левуш, «По образцу и подобию», с. 199.*

*Маймонид пишет: «Успех и неудача не являются делом беспричинным и случайным». Д-р Нисан Мендел, «Молитва моя», с. 4.*

*Жизненный путь предполагает один путь, а не два. Тот, чьи дела не отражают его мыслей, идёт одновременно в двух направлениях. Менахем-Мендл Шнеерсон, «К жизни, полной смысла», с. 300.*

продукцию на протяжении всего периода её эксплуатации.

После перехода во второй половине девяностых годов на выпуск кабеля типа ОКЛБг с одномодовыми оптическими волокнами и при использовании импортных компонентов, качество отечественных оптических кабелей улучшилось и продолжает улучшаться.

В 2002 году ОАО «Одескабель» получил сертификат качества ISO 9001: 2000. Однако на реальный прорыв в вопросе соотношения цена/качество отечественных оптических кабелей можно будет рассчитывать только после появления реальной конкуренции в Украине.

Для этого необходимо открытие новых заводов (цехов) по производству оптических кабелей. В России таковых, например, более чем полтора десятка, а в Украине до последнего времени был один единственный. Открытие в этом году нового цеха по производству оптического кабеля в Харькове даёт надежду на решение этого вопроса в будущем.

## 2.2. Проектирование

Проектирование новых сетей ВОЛС базируется на фундаменте ранее построенных сетей связи. Настоящее в значительной мере определяет будущее, и каждый проект определяет путь развития сети связи. Выбор схемы организации связи и используемых компонентов сети ВОЛС будет влиять как на надёжность, так и на возможности развития сети в будущем.

Именно гармоничное развитие сети связи с органичным включением уже построенных и строящихся фрагментов является стратегической задачей при проектировании сетей ВОЛС. Обеспечение же потребностей сегодняшнего дня является тактической задачей. Экономические потери вследствие не оптимального выбора пути развития сети связи, намного значительнее потерь, вследствие снижения темпов строительства.

Выбрать оптимальные пути развития сети связи, при всём их многообразии, может только специалист с достаточно высокой квалификацией. Недостаточность высококвалифицированных специалистов в области волоконной оптики стала одной из важных проблем в отрасли связи. Заикленность на типовых проектах при отсутствии интереса к новым достижениям науки и техники превращает проектантов в роботов, во вред, как самим себе, так и работе.

*Первопричина всей земной и небесной деятельности заключается в деятельности человека. Человеческая деятельность, даже если она отделена от её последствий временем, пространством и движением, не исчезает и не забывается. Рабби Ф.Ш.Берг, «Чудеса, тайны и молитва», т. 1, с. 66.*

*Прошлое в значительной мере предопределяет настоящее, равно как и каждый твой поступок определяет твою судьбу. Михаил Ковсан, «Смерть и рождение Рабби Акивы», с. 51.*

*«Правильно выбранное направление гораздо важнее того, насколько далеко вы сумеете зайти». Ребе Менахем - Мендл Шнеерсон. «Уроки Торы» т. 1 с. 320.*

*Действительно, ослеплённость привычкой – один из главных врагов человечества. Тот, кто способен смотреть на мир так, как будто видит его в первый раз, несомненно, достиг величия. Рав Авидгор Миллер, «Радуйся, юноша!», с. 106.*

### 2.3. Строительство

Важность высокого качества строительства сетей ВОЛС обусловлена тем, что срок службы оптических кабелей составляет 25 – 30 лет. При этом от качества строительства в большой степени зависит интенсивность повреждаемости, и, соответственно, уровень надёжности сети ВОЛС на протяжении всего периода эксплуатации.

Если спросить у строителя, монтирующего соединительную муфту оптического кабеля, что он делает, то в большинстве случаев, ответы будут следующие:

- монтирую муфту;
- зарабатываю на жизнь;
- что сказали, то и делаю.

Никто не ответит, что строит сеть связи будущего. Занижение значимости своей работы определяет отношение к ней и качество её выполнения. Для качественного выполнения строительных работ на сетях ВОЛС необходимо строго соблюдать технологию строительства, что вполне реально. К сожалению, многие строительные бригады пренебрегают требованиями технологии монтажа ВОЛС ради ускорения процесса работ и экономии средств. В дальнейшем за это будет расплачиваться заказчик.

Построить идеальную сеть ВОЛС дано немногим, но выполнять требования технологии монтажа обязаны все, кто берётся за это дело.

В настоящее время развитие отрасли телекоммуникаций привело к значительному росту строящихся ВОЛС, и, соответственно, росту количества строительных бригад. Количество бригад растёт намного быстрее, чем их квалификация. Работая с нарушениями технологии строительства и не вникая в суть причинно – следственных связей, влияющих на надёжность сетей ВОЛС после строительства, многие строители уже после монтажа одного, двух десятков ВОЛС, считают себя высококвалифицированными специалистами, открывшими все тайны в этой области. Завышенная самооценка, также, как и заниженная, влияет на качество строительства ВОЛС и темпы повышения квалификационного уровня специалиста, а также на доверие к строительным бригадам со стороны заказчиков. Рассмотрение недостатков при строительстве уже построенных ВОЛС имеет смысл только для того, чтобы они не повторялись в будущем.

*Вспомним, что основной целью нашей работы является использование своих талантов и способностей для улучшения материального мира, превращения его в более Б-жественное место. Ребе Менахем-Мендл Шнеерсон, «К жизни, полной смысла», с. 133.*

*Важно не то, что ты можешь сделать, а то, что реально делаешь в жизни. Акива Татц, «Жить вдохновенно», с. 48.*

*Вы не обязаны сделать мир полностью безупречным, но не уклоняйтесь от того, что в ваших силах. Рабби Тарфон, (Пиркей Авот, 2:21).*

*Даже ученики мудрецов, недостаточно служившие мудрецам, только-только прозревшие, полагают в душе, что им равны мудрецы из мудрецов. Рав Моше-Хаим Луцато, «Путь праведных», с.163.*

*Доверие не вызывается идеальным поведением – оно обусловлено ответственностью. Ни от кого нельзя ожидать совершенства. Но можно надеяться, что любой нормальный человек проявит достаточную*



*Монтаж ВОЛС.*

#### 2.4. Нормативная база

В настоящее время, в период бурного развития отрасли телекоммуникаций, как никогда необходима нормативная база, регламентирующая принципы и методы проектирования, строительства и эксплуатации сетей связи и сетей ВОЛС, в частности.

Имеющейся нормативной базы недостаточно даже для построения гибридных сетей связи с использованием ВОЛС на магистральной и распределительной сети города, не говоря уже об общепользовательской сети связи будущего.

В большинстве случаев, тот, кто должен финансировать – не финансирует; тот, кто должен создавать – не имеет достаточного практического опыта; тот, кто имеет практический опыт – не участвует в создании нормативной базы. Создание нормативной базы является необходимым условием для оптимального развития сетей связи и требует совместного труда научных работников и практических специалистов при финансировании соответствующими структурами.

Необходимо использовать имеющийся потенциал для создания необходимой нормативной базы, отсекая на всех уровнях от этого процесса недостаточно квалифицированных специалистов для всеобщего блага.

*ответственность, признает свои ошибки. Менахем-Мендл Шнеерсон, «К жизни, полной смысла», с. 84.*

*Я не собираюсь укорять вас тем, что было в прошлом – потому, что о прошлом не плачут. Исправить то, что можно исправить, начиная с текущего момента, - в этом моя цель. Эзра Ховкин, «Ребе советует», с. 35.*

*Любое свойство, которое пребывает в потенции и не способно действовать, свидетельствует об ущербности его носителя. М.Левуш, «По образу и подобию», с. 207.*

*«Проклят ведущий слепого по неверному пути». (Дварим, 27:18).*

## 2.5. Эксплуатация

Задачей эксплуатации является поддержание работоспособности и повышение уровня надёжности сетей ВОЛС. Уровень надёжности сетей ВОЛС зависит от качества компонентов сети, уровня проектирования, качества строительства и уровня эксплуатации, а всё вышперечисленное, безусловно, зависит от уровня квалификации и выбора путей решения проблем конкретными специалистами, работающими в этих областях волоконной оптики. Платой за дар свободы выбора является соответствующий уровень развития общества и отрасли телекоммуникаций, в частности.

Каждое повреждение на сети ВОЛС имеет свою причину, не всегда очевидную, а иногда и неопределяемую. Обычно, недостатки, допущенные на любом из этапов внедрения ВОЛС, проявляются при эксплуатации.

При эксплуатации сети ВОЛС, рассматривание повреждённого адаптера или пигтейла не даст полного ответа на вопрос о причинах повреждения. Необходимо иметь статистические данные о количестве и характере повреждений компонентов ВОЛС за достаточно продолжительный период (не менее года). Необходимо также иметь информацию о фирмах – производителях повреждённых компонентов и строительных организациях, проводивших монтаж. Большое значение имеет информация о технологиях производства компонентов ВОЛС. На интенсивность повреждений компонентов ВОЛС влияет также квалификационный уровень специалистов, эксплуатирующих сеть ВОЛС, используемые принципы и методы эксплуатации. Чем больше объём обработанной информации, тем полнее ответ на вопрос о причинах повреждений, и тем эффективнее план мероприятий по повышению надёжности сети ВОЛС.

При эксплуатации сети ВОЛС, независимо от качества её проектирования, качества монтажа и используемых компонентов, основной задачей является повышение уровня её надёжности. Для этого необходимо регулярно проводить эксплуатационные измерения, по результатам которых осуществляется текущий ремонт. Своевременно выполненный текущий ремонт позволяет предупредить аварийные повреждения.

К сожалению не все повреждения можно предупредить. Уровень группы, эксплуатирующей сеть

*Вся Вселенная, от планет до атомов, вся биологическая среда – надёжна. Ни одна планета, ни одно насекомое не сделает того, что им делать не полагается. Только люди ненадёжны – такова их главная опасность и такова цена свободы выбора. Акива Тати, «Жить вдохновенно», с. 106.*

*Каждое следствие имеет свою причину независимо от того, можем ли мы ее определить. Рабби Ф. Ш. Берг, «Чудеса, тайны и молитвы», т. 2, с. 150.*

*Каббалисту давно стало понятно, что для решения любой проблемы на неё необходимо взглянуть в контексте более всеобъемлющего целого. Чтобы понять микрокосм, надо вначале разобраться с макрокосмом. Рабби Ф.Ш.Берг, «Сила Единого», с. 212.*

*Если ты видишь, что нужно исправить, и знаешь, как это сделать, значит, ты нашел место в мире, которое Б-г оставил для тебя, чтобы ты мог это осуществить. Но если ты видишь только, как оно безобразно и неправильно, тебя самого надо исправлять. Ребе Менахем - Мендл Шнеерсон, «Обретение неба на земле. 365 размышлений Ребе», с. 28.*

ВОЛС, определяется сроками восстановления оптических кабелей при аварийных повреждениях. Во время аварийного восстановления сети ВОЛС, действия каждого специалиста должны быть заранее отработаны и направлены на общий результат.



*Аппараты для сварки ОВ.*

Первые оптические кабели на киевской телефонной сети были смонтированы в 1987г. и несколько лет эксплуатировались без оптических рефлектометров. В то время было эмбарго на поставку новой техники в Советский Союз. Кстати, оптические рефлектометры и по сей день не производятся в Украине. Эти приборы позволяют определить расстояние до места повреждения либо соединения на оптическом волокне, а также характер повреждения и потери в месте соединения или на каком-либо участке оптического волокна. Рефлектограмма представляет собой наклонную линию, причём, чем больше удельное затухание, тем больше наклон. Места сварных соединений отображаются ступеньками, а разъемные соединения и обрывы – всплесками.

Когда после нескольких лет работы первых оптических кабелей, которые работают и по сию пору, нам одолжили на день импортный рефлектометр, я зачаровано смотрел на рефлектограмму. За каждой ступенькой я видел сварку волокна в муфте и муфту в колодце; за каждой строительной длиной я видел улицы, по которым она проложена; а за всплеском – оконечное устройство с оптическим разъёмом. После того я видел тысячи рефлектограмм, но до сих пор сохранил трепетное отношение к вдруг открывающемуся, скрытому от посторонних глаз, внутреннему миру оптического волокна. Специалист, занимающийся эксплуатацией сетей ВОЛС, за каждой рефлектограммой должен видеть реальную линию связи, со всеми её проблемами, а за числом на экране оптического тестера, видеть факторы, влияющие на его величину. Механистическое восприятие результатов измерений снижает уровень специалиста и,

*Жить следует целенаправленно, отдавая себе отчёт в динамичности обстоятельств, в том, что нельзя всё пускать на самотёк и надеяться на якобы дарованные от рождения или отпущенные судьбой преимущества. Д-р Реувен Булка, «Поучения отцов», с. 98.*



*Тора – шилд.*

*Всё зависит от самого наблюдателя: можно смотреть на мир безразличным, ко всему привыкшим взглядом и видеть только его механику, в которой тонет и бесследно растворяется дух, а можно взирать на него восхищённым взглядом первооткрывателя чудес, видя в этом мире отражение высшей реальности. Акива Тати, «Маска вселенной», с. 24.*

соответственно, уровень эксплуатации сетей ВОЛС.

*В настоящее время интенсивное развитие и постоянное обновление технических средств в области телекоммуникаций привело к тому, что честные труженики и опытные ветераны в новых условиях имеют очень невысокую рыночную стоимость. Т.Х. Эриксен, «Тирания момента».* Однако именно опыт помогает предотвратить либо в кратчайшие сроки устранить аварийное повреждение. Одной логики бывает недостаточно. Но, необходимо признать, что при замене координатных телефонных станций или аналоговых систем передачи на цифровые, весь многолетний опыт значительно обесценивается и на первый план выходит умение быстро, логически мыслить. Это умение скорее присуще молодым, а потому и не имеющим опыта, специалистам. Только сочетание опыта и быстрого логического мышления позволит поддерживать уровень эксплуатации средств связи на должной высоте.

### 3. РАЗВИТИЕ

#### 3.1. От световодов к современным оптическим волокнам.

Световодом называется двухслойная светопропускающая нить, состоящая из сердцевины и светотражающей оболочки, а световод, с защитным покрытием называется оптическим волокном. За счёт чего же оптические волокна с каждым годом всё активнее вытесняют медные жилы? В чём их преимущества?

В первую очередь, это возможность организации сотен тысяч телефонных каналов по паре ОВ за счёт их широкополосности и высокой скорости передачи (1 Тбит/с). Во вторую очередь, это возможность организации связи на расстоянии сотен километров без регенераторов, за счёт малого затухания (0,15 дБ/км). Значительно меньшие размеры и вес оптических кабелей по сравнению с электрическими, имеют значение при их использовании на летающих объектах и удешевляют их транспортировку, прокладку и монтаж. То, что ОВ не подвержены влиянию электромагнитных излучений, позволяет подвешивать ОК на линиях электропередачи и включать модули с ОВ непосредственно в конструкцию силовых кабелей. Однако путь от первых

*Опыт сильнее логики.  
«Абрабанель, Комментарий  
к Второзаконию, 17:15».*



*Корона Торы.*



*Рионимы.*

многомодовых до современных ОВ не был простым и гладким. Первые ОВ были многомодовыми со ступенчатым профилем показателя преломления. Показатель преломления в пределах сердцевины был постоянен и на сотые доли превышал показатель преломления оболочки. Диаметр сердцевины составлял 50 мкм., а оболочки – 125 мкм. Первоначально для передачи информации использовалось излучение на длине волны 850 нм.

По сердцевине ОВ распространяются сотни электромагнитных волн различной конфигурации или так называемых мод, и такой режим, а, соответственно, и ОВ, называются многомодовыми. Распространяющиеся под разными углами по сердцевине ОВ моды, многократно отражаясь от границы раздела сердцевина/оболочка, проходят неодинаковый путь между двумя конечными торцами ОВ. Вследствие этого, различные моды проходят путь от источника излучения до фотоприёмника за различное время, что приводит к искажению первоначальной формы импульса (уширению) и даже наложению импульсов друг на друга при достаточно большой длине ОВ. Это явление называется дисперсией.

Дисперсия ограничивает пропускаемую полосу частот, и, соответственно, скорость передачи. Для сравнения многомодовых ОВ частотную полосу пропускания выражают в герцах, отнесённых к одному километру. Эта величина называется коэффициентом широкополосности (МГц \* км). Для многомодовых ступенчатых ОВ затухание составляло 4 – 5 дБ/км при коэффициенте широкополосности 200 – 300 МГц \* км. Это позволяло организовать по паре ОВ до 480 телефонных каналов тональной частоты, при скорости передачи 34 Мбит/с и длиной регенерационного участка до 10 км.

\* \* \*

Для уменьшения дисперсии мод и расширения полосы пропускания вместо ОВ со ступенчатым профилем показателя преломления были разработаны и произведены многомодовые ОВ с градиентным профилем показателя преломления. При этом показатель преломления сердцевины, образованной множеством тонких слоёв, плавно уменьшается от максимума на центральной оси ОВ до показателя преломления оболочки на границе сердцевина/оболочка.



*Бсамимы.*

*Сделав один шаг в положительном направлении, вы набираете силу для преодоления любого расстояния. Ребе Менахем - Мендл Шнеерсон, «К жизни, полной смысла», с. 182.*

Благодаря этому уменьшились как число распространяемых по световоду мод, так и разница времени их прохождения ОВ. Моды, расположенные ближе к центру сердцевины, проходят более короткий путь, но с меньшей скоростью, поскольку находятся в среде с большим показателем преломления. Путь мод, проходящих ближе к границе сердцевина/оболочка, длиннее, но скорость их прохождения выше, так как снижается показатель преломления среды.

В результате этого, на длине волны 850 нм. уровень коэффициента широкополосности повысился до 600 МГц \* км., а затухание уменьшилось до 2 – 3 дБ/км. На длине волны 1300 нм. коэффициент широкополосности многомодовых градиентных ОВ составил 1000 МГц \* км. (1 ГГц \* км.), а затухание – 0,7 дБ/км.

Это позволило организовать по паре ОВ до 1920 каналов при скорости передачи 140 Мбит/с и длиной регенерационного участка до 20 км.

\* \* \*

Сократить число мод, распространяющихся по световоду, можно уменьшив диаметр сердцевины, либо увеличив длину волны излучения. Выбор длин волн был ограничен окнами прозрачности – 850, 1300 и 1550 нм., на которые приходятся минимумы затухания кварцевых ОВ.

Одномодовые ОВ, по которым распространяется не более одной моды, работают на длинах волн 1310 и 1550 нм. при диаметре сердцевины 8 – 10 мкм. (диаметр оболочки остался 125 мкм.). У многомодовых ОВ суммарная дисперсия намного меньше, чем у многомодовых из-за отсутствия межмодовой дисперсии. При этом остаются материальная дисперсия, так как показатели преломления сердцевины и оболочки зависят от длины волны излучения, и волноводная дисперсия, так как при изменении длины волны меняется глубина проникновения поля в кварцевую оболочку, и, соответственно, меняется среднее значение показателя преломления. Но при этом дисперсия на длине волны 1310 мкм. оказалась равной нулю.

Для одномодовых ОВ с несмещённой дисперсией коэффициент широкополосности достигает сотен гигагерц, отнесённых к километру, а затухание уменьшилось до 0,35 дБ/км. (1310 нм.) и 0,2 дБ/км. (1550 нм.).

При этом длина регенерационного участка



*Корона Торы.*



*Бсамимы.*

составляет 150 км. при организации более чем 100 000 телефонных каналов по паре ОВ.

Однмомодовые ОВ с несмещённой дисперсией, оптимизированные на длине волны 1310 нм., т.е. имеющие на этой волне нулевую дисперсию, на 1550 нм. имеют дисперсию 18 – 20 пс/нм \* км., сужающую полосу пропускания. Для использования третьего окна прозрачности, имеющего наименьшее затухание для кварцевых волокон, необходимо было разработать ОВ с минимальной дисперсией на этой длине волны. В конечном счёте точка нулевой дисперсии была сдвинута в область 1550 – 1575 нм. с помощью сложного изменения профиля показателя преломления. ОВ со смещённой дисперсией в сочетании с современными лазерами позволяют организовать до 480 000 каналов тональной частоты (40 Гбит/с) с расстоянием между регенераторами до 150 км. Это было достигнуто к середине 1980-х гг.

\* \* \*

Сложности дальнейшего повышения скорости передачи привели к принципиально новому решению. Помимо временного уплотнения, инженеры начали разрабатывать спектральное уплотнение, когда по одному ОВ в одном окне прозрачности одновременно передаётся несколько потоков источниками излучения с узким спектром и использованием прецизионных фильтров. С разработкой современных лазеров количество передаваемых потоков в одном окне прозрачности по одному ОВ увеличивается. При этом возникают новые проблемы.

Серьёзной проблемой в системах со спектральным уплотнением стали нелинейные эффекты, зависящие от амплитуды сигналов. Для решения этой проблемы было разработано и выпущено ОВ с W – образным профилем показателя преломления. Оно обеспечивает в третьем окне прозрачности (1530 – 1565 нм.) небольшое значение дисперсии одного знака от 0,1 до 3,5 пс/нм \* км. при сдвинутой точке нулевой дисперсии в область 1565 – 1570 нм.

Оптическое волокно с ненулевой смещённой дисперсией, разработанное для многоканальных систем передачи со спектральным разделением каналов, применяется и в одноканальных высокоскоростных системах.

В настоящее время разработаны ОВ для работы в четвёртом (1565 – 1625 нм.) и пятом (1380 нм.) окнах



*Ханукальная лампа.*

*Наше искреннее старание, наша попытка иногда удаётся многократного усиления, и мы получаем такой результат, о каком и не мечтали. Но без попытки нечего и усиливать. Акива Тати, «Маска Вселенной», с. 36.*

прозрачности. Продолжается разработка новых типов световодов, новых технологий и материалов. Уже разработаны ОВ для компенсации дисперсии, применяемые в модулях компенсации дисперсии; ОВ с примесью редкоземельных элементов (Erbium), применяемые в оптических усилителях; ОВ, сохраняющие состояние поляризации излучения, применяемые в поляризационных делителях и смесителях.

Разрабатываются новые лазеры, усилители и датчики. *Важным устройством современной волоконной оптики являются волоконные решётки показателя преломления. Решётка представляет собой отрезок световода миллиметровой длины, вдоль которого периодически изменяется показатель преломления сердцевины. Решётка отражает свет на резонансной длине волны и полностью прозрачна на других длинах волн. Решётки показателя преломления могут использоваться в качестве спектральных фильтров в системах оптической связи со спектральным уплотнением каналов, зеркал-отражателей в волоконных лазерах и усилителях, чувствительного элемента в миниатюрных датчиках температуры, механических напряжений и деформации. Академик Е.М. Дианов, «Фотон – Экспресс №6 (38)», с. 2.*

На сегодняшний день в мире общая длина проложенного волокна составляет более полумиллиарда километров, при этом в коммерческой эксплуатации находятся магистральные кабели, в которых по одному волокну передаётся около 15 миллионов телефонных разговоров одновременно. И при этом наука неуклонно движется вперёд к новым чудесам и открытиям.

### 3.2. От линий к сетям.

Осознанная человечеством необходимость в общепользовательском информационном поле для своего дальнейшего развития привела к существенным изменениям инфраструктуры сетей связи. Сети связи будут разрастаться до тех пор, пока каждый человек не будет иметь возможность доступа к всеобщему информационному полю.

Необходимо сказать, что телекоммуникационные технологии образуют основу новых цивилизаций и имеют решающее значение для



Бсамим.

*Границы между чудесным и обыденным размыты – невидимые чудеса случаются каждодневно. Михаил Горелик, «Разговоры с раввином Адином Штейнзальцем», с. 173.*



Указки.

трудовой деятельности, сферы потребления и т.д. Кроме того, эта отрасль с момента своего появления стала объектом жесточайшей конкуренции, направление развития которой невозможно предугадать. В настоящее время интенсивность и направление развития отрасли телекоммуникаций вопрос уже не технический, а экономический и для большинства стран, соответственно, - политический.

Говоря о средствах телекоммуникации в целом, оптимальным вариантом можно считать наличие в квартире телевизора, подключённого к кабельному телевидению с наличием обратной связи; стационарного видеотелефона, подключённого к цифровой АТС; персонального компьютера с выделенным каналом для подключения к Интернету и, безусловно, наличие мобильного телефона у каждого человека. Технически это всё решается уже сегодня.

Главным препятствием для передачи и приёма абонентами больших объёмов информации во всех странах является ограниченная пропускная способность цифровых коммуникационных систем (т.е. количество информации, которое можно передавать за единицу времени). Именно увеличение пропускной способности требует наибольших расходов. В развитых странах коммерческие организации, как правило, могут позволить себе оплатить необходимую для работы полосу пропускания, поскольку существует множество телекоммуникационных компаний, прокладывающих оптический кабель в деловые районы. Однако прокладка кабеля по доступным ценам в жилые дома, школы и библиотеки – без чего, разумеется, невозможно построение подлинно единого общества, займёт намного больше времени. А пока не будут внедрены системы с высокой пропускной способностью, мы просто не сможем оценить и в полной мере использовать преимущества современных средств связи. Главные сложности и главные расходы связаны с так называемой “последней милей” – обеспечением высокой пропускной способностью на участке от конца магистралей основных трансляционных служб до домов индивидуальных пользователей. В ближайшее время развитие технологий сделает эту составляющую менее дорогой. Технология DSL (цифровая абонентская линия), т.е. передача по обычным телефонным линиям цифровых сигналов вместо аналоговых, уже обеспечивает повышение пропускной способности телефонного кабеля, в котором используется медная витая пара. Всё



*Корона Торы.*

*Человеческое сознание обладает уникальной способностью влиять на физическую природу Вселенной и даже радикальным образом изменять ее. Рабби Ф. Ш. Берг, «Зоны времени», с. 11.*

большую популярность приобретают и кабельные модемы. Однако, учитывая всё возрастающие объемы информации, которые необходимо получать и передавать абонентам, решением вопроса может стать прокладка оптического кабеля в каждый дом.

*«Правительства некоторых стран (например, Сингапура) постановили, что прокладка систем с высокой пропускной способностью является частью их социальной политики. Высокая плотность населения и внимание правительства к развитию инфраструктуры в городе – государстве Сингапур помогло ему стать, вероятно, мировым лидером в прокладке оптического кабеля и создании на его базе интерактивных приложений. Широкополосный кабель – наряду с водопроводом, газом, электричеством и телефоном, входит там, в число обязательных коммунальных услуг. Практически все общественные здания Сингапура подключены к такому кабелю, и, по данным властей, более 50% семей имеют компьютеры». Билл Гейтс. «Бизнес со скоростью мысли».*

Понимание того, что практически мгновенный обмен огромными объемами информации независимо от местонахождения на планете её источников и приёмников влияет не только на развитие материального мира, но и на духовный рост людей, должно ускорить процесс развития инфраструктуры сетей связи.

Один из лауреатов Нобелевской премии сказал, что главная экологическая проблема в наши дни – это засорение мозгов. В качестве доказательства были приведены размножающиеся “почкованием” научные публикации, журналы, издания, интернет-страницы и конференции, из-за которых “наши лучшие головы” просто пухнут от всевозможной фрагментарной информации. Большинство научных статей никогда не цитируются в других научных работах. Это не просто жалоба учёного, по горло сытого неотфильтрованной информацией. Последствия роста её объёма, причём роста в геометрической прогрессии, практически одинаковы во всех сферах жизни. Информация дробится на мельчайшие фрагменты, связи между которыми утрачиваются, по мере возрастания её объёма, способности её восприятия уменьшаются, она спрессовывается, стремясь занять последний свободный кубический сантиметр в мозгу читателя. Даже те читатели, зрители, слушатели, которые не занимаются целыми днями поглощением готовой информации, могут пострадать от этого явления.

*Материальные последствия следуют за духовными причинами. Наш мир таков, что мы часто забываем об этом правиле. Рабби Носсон Шерман, «Свет изгоняет тьму», с. 67.*

*В нашем мире, как правило, нет ничего изначально хорошего или плохого. Каждая вещь содержит в себе двойной потенциал. Чем сильнее вещь, тем больше потенциал, хороший и плохой. Йегуда Леви, «Принимая вызов эпохи», с. 120.*

Мощность потенциала информационного поля планеты в настоящее время количественно и качественно неизмеряема, так как может считаться категорией более высокого, Б-жественного порядка.

Чтобы избежать фрагментированного восприятия сообщений Т.Х. Эриксен предлагает пользоваться источниками с более медленной скоростью передачи, что трудно выполнимо, так как является шагом назад. Более надёжным вариантом решением этой проблемы можно считать повышение уровня сознания каждого человека, до такого уровня, когда информация будет восприниматься целостно, с необходимой скоростью и автоматически отфильтровываясь. Кстати, и в волоконной оптике, в большинстве случаев, целесообразней увеличивать чувствительность фотоприёмника, нежели корректировать мощность излучения передатчика. Направить эту энергию на преобразование материального мира и духовный рост – задача каждого человека.

Инфраструктура общепланетарной сети связи является сложноорганизованной многоуровневой и многокомпонентной системой, которая динамично развивается, совершенствуя свои свойства и возможности. Проектировать, строить и эксплуатировать современные сети связи на высоком качественном уровне могут только те инженеры, которые обладают необходимыми знаниями и достигшие соответствующего уровня развития.

\* \* \*

### 3.3. От инженера к специалисту.

Бесконечность пути, от инженера до специалиста высшей квалификации, Мастера своего дела, наряду с конечностью земной жизни, не должна препятствовать стремлению пройти как можно дальше по этому пути. Те же, кто стремится наполнить смыслом свою земную жизнь, должны дорожить каждым днём. Незавершённую сегодня работу, возможно, удастся завершить завтра, но бессмысленно прожитый день не наполнится уже никогда. Именно поэтому, необходимо строить краткосрочные и долгосрочные планы и стремиться к их реализации. Уровень вашего развития зависит от уровня ваших планов и приложенных вами усилий.

*Мыслительный процесс превращает знание в энергию. Рабби Ф. Ш. Берг, «Зоны времени», с.40.*

*Человек видит сложноорганизованную вещь только при условии, что понятие об этой вещи есть у него в голове. Таким образом, чтобы видеть духовные процессы, нужно сначала обладать необходимым набором понятий. Пинхас Полонский, «Две истории сотворения мира», ч. 1, с. 70.*

*Работа важна и полезна, даже будучи выполнена не полностью. К сожалению, из-за боязни потерпеть неудачу, люди неохотно берутся за то, чего не смогут довести до конца. Д-р Реувен Булка, «Поучения отцов», с. 65*

*Владимир Иванович Вернадский, выдающийся учёный, долгожитель, имел обыкновение отказываться от самых соблазнительных научных предложений, если они уже прежде не входили в его планы. Он объяснял, что отказывается – из-за страха смерти. Не в очевидном психологически - бытовом смысле, а из-за боязни не успеть в отпущенные жизненные сроки сделать то, что уже задумано. И хорошо бы, добавлял Вернадский, чтобы этот страх появлялся у творческой личности как можно раньше, лучше всего – до тридцати лет, но главное – сохранить его до конца. М. Петровский, «Мастер и Город», с. 34*

Истинное совершенство, в любой области человеческой деятельности, недостижимо. Чем выше ваш уровень, тем круче и труднее подъём, но тем притягательнее открывающиеся горизонты и сильнее стремление к ним. В данном случае это справедливо, как для духовного уровня специалиста, так и для уровня его технических знаний. При этом, в минуты отчаяния, когда стремясь изменить себя к лучшему, начинаешь осознавать огромную разницу между тем, кем ты был, и тем, кем хотел быть, может утешить древняя мудрость.

Уровень вашего развития определяется уровнем ваших целей, при осознанности путей их достижения.



*Измерения затухания ОВ.*

*«НЕТ НИЧЕГО, НИЧЕГО, НИЧЕГО БОЛЕЕ ЦЕННОГО, ЧЕМ ВРЕМЯ. Возможно, ты думаешь, что у тебя еще много в запасе, но это не так. Потерянные часы разрушают твою жизнь, как в юности, так и ближе к концу, только в конце ты это сильнее чувствуешь и лучше понимаешь» (Герман Вук, «Мятеж Каина»). Раввин Иосиф Телушкин, «Еврейская мудрость», с. 19.*

*Именно знание собственного несовершенства питает стремление изменить мир и себя в лучшую сторону. И признание разрыва между тем, что мы есть, и тем, чем нам следует быть, - именно это превращает нас в сознательно сопричастных к деяниям Создателя. Ребе Менахем - Мендл Шнеерсон, «Уроки Торы», т. 2, с. 259.*

*Сказал Рабби Иегуда Ашлаг: «Хотя сказано, что цель творения непознаваема, но есть огромное отличие её непознаваемости мудрецом от незнания этой цели неучем». Михаэль Лайтман, «Постижение Высших миров», с. 228*

Никто за вас не совершит того, что должны совершить Вы. В настоящее время уровень сложности техники непрерывно возрастает. Руководитель группы, в большинстве случаев, не может полноценно заменить специалиста по монтажу сетей ВОЛС без дополнительных затрат времени на выполнение работ. В то же время, руководитель подразделения, обладая большим объёмом оперативной информации, не может полноценно заменить руководителя группы. Это связано с тем, что руководитель подразделения, по объективным причинам, не обладает глубокими специфическими знаниями, необходимыми для работы конкретной группы.

Немного стоит специалист, постоянно повышающий свой духовный и технический уровень, но не использующий свои возможности, для преобразования к лучшему материального мира. Развитие себя в себе эгоистично и бесполезно.

Человеку не дано знать, что с ним будет завтра, но если ему дано сегодня, он обязан максимально реализовать этот дар. Процесс роста специалиста должен быть непрерывен, так как развитие техники, а отрасли телекоммуникаций особенно, не останавливается ни на миг. Кажущийся достаточным сегодня ваш уровень знаний, завтра будет недостаточным для решения новых задач. Это в равной мере справедливо как для духовного, так и для технического уровня специалиста.



*Контроль качества разъёмов ОВ.*

*Если не я за себя, то кто за меня? Но если я за себя – то чего я стою? И если не теперь – то когда? Гилель, «Трактат Авот», с. 37.*

*У каждого из нас есть в жизни собственная миссия. Исполнить эту миссию должен именно ты, а не кто-то другой. И она, эта миссия, оказывает влияние на весь космический порядок. Таким образом, каждый наделён особой, незаменимой ценностью. Ребе Менахем-Мендл Шнеерсон, «Уроки Торы», т. 2, с. 236.*

*У того, чьи дела превосходят его мудрость, мудрость устойчива; а у кого мудрость превосходит его дела, мудрость недолговечна. (Пиркей Авот, 3:12).*

*Хасидский Рабби Нахман из Брацлава учил: «Если сегодня как вчера, то зачем завтра?». Раввин Иосиф Телушкин, «Еврейские ценности», с. 121.*

*Если человек не старается постоянно подниматься всё выше и выше, он против своей воли опускается всё ниже и ниже. Рабби Элиягу, «Совершенная мера», с.19.*

*Мудрецы утверждают: «Тот, кто хочет очиститься, получает помощь Свыше, тому же, кто хочет опуститься ниже, не препятствуют».*

Достигнув определённого уровня, технический специалист понимает, что в работе нет мелочей. Уровень специалиста определяется и уровнем его ответственности. Необходимо брать на себя ответственность за принятые решения, а также за сроки и качество выполняемых работ. Перекладывая ответственность на других, вы препятствуете как своему росту, так и росту тех, кто вынужден платить за ваши ошибки.

Непрерывное развитие духовного и технического уровня специалиста, не является его заслугой, а всего лишь есть нормой жизни. Заслуга специалиста в скорости развития, зависящей от затрат времени и сил. Остановка же, подобна смерти. Каждый специалист сам выбирает пути своего развития и цели, к которым стремиться. При этом необходимо помнить, что чем выше уровень технического специалиста, тем сильнее его влияние на технический прогресс и тем выше должна быть его ответственность за личный вклад в объём и качество материальных преобразований на благо людей.



*Работа с картограммами ВОЛС.*

С.В. Кабыш  
2005 г.

*Рабби Моше Вейсман, «Мидраш рассказывает», с. 80.*

*Вы можете считать себя хорошим человеком, который просто иногда опаздывает. Но, согласно еврейской этике, если вы постоянно заставляете людей ждать себя, это делает вас вором. Раввин Иосиф Телушкин, «Еврейские ценности», с. 117.*

*Когда вы бежите от ответственности из одного места в другое, происходит двойной убыток: вас нет в том месте, где вы должны быть, и находитесь там, где вам быть не следует. Ребе Менахем-Мендл Шнеерсон, «Обретение неба на земле. 365 размышлений Ребе», с.27.*

*Рабби Акива призвал каждого жить в состоянии постоянного парадокса: верить, что всё – во власти Всевышнего, но в то же время знать, что человек передвигается в мире, где существует свобода выбора, и несёт ответственность за свои поступки. «Пророки. Книга двенадцати. Зхарья», перевод и комментарий Зеева Мешикова, с. 44.*