

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВУХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

Надежность оптических кабелей определяется вероятностью безотказной работы или минимальным сроком службы?

*Ю.Т. Ларин, д-р техн. наук,
директор научного направления, заведующий
отделением «Кабели, провода и арматура для систем
телекоммуникаций и информатизации»*

Нормативным документом [1] предусмотрено следующее определение основных терминов, характеризующих надежность технических объектов.

Надежность – это свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах.

Отказ изделия (в данном случае оптического кабеля) понимается как событие, заключающееся в потере его работоспособного состояния: при отсутствии резервных элементов – обрыв оптического волокна (ОВ), повреждение электрической цепи, недопустимое в соответствии с назначением оптического кабеля (ОК), ухудшение контролируемых параметров ОВ и электрических цепей и пр.

Вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ изделий не наступает.

Минимальный срок службы – минимальная календарная продолжительность от начала эксплуатации изделия в заданных режимах и условиях до перехода его в предельное состояние, при котором дальнейшая эксплуатация недопустима.

На сегодня основным (по рангу) документом, регламентирующим испытания на надежность, является комплекс стандартов «Климат-7», сменивший более удачный, по мнению автора, применительно к кабельным изделиям комплекс стандартов «Климат-6».

Разработчики кабельных изделий, использовавшие до этого отраслевой стандарт ОСТ 16 0.800.305–84 «Кабели,

провода и шнуры. Общие требования по надежности. Методы оценки соответствия требованиям по надежности», согласующийся со стандартами «Климат-6», сразу почувствовали имеющиеся в новом документе недоработки. Сравним основные показатели надежности, устанавливаемые этими двумя документами (таблица).

Необходимо отметить, что комплекс стандартов «Климат-7» изначально разрабатывался для элементной базы (транзисторы, конденсаторы, сопротивления и другие дискретные элементы). Кабельные изделия к таковым не могут быть отнесены, так как это длинномерные изделия, характеризующиеся интегральными характеристиками.

Особенности подхода к расчету надежности по комплексу стандартов «Климат-7» основаны на том, что существует определенная вероятность отказов кабельных изделий (гамма-процентный ресурс). Поэтому при проектном анализе параметры надежности должны определяться по результатам обоснованного выбора отличных от нуля, но достаточно малых допустимых величин интенсивностей отказов и вероятностей отказов элементов конструкции ОК. Под малостью в данном случае следует понимать пренебрежимо малое влияние соответствующего источника отказов на общую надежность ОК в реальных условиях эксплуатации.

В отличие от этого ОСТ однозначно устанавливает требования по минимальной наработке и минимальному сроку сохранения в пределах установленного минимального срока службы.

Таблица

Основные показатели надежности по комплексу стандартов «Климат-7» и ОСТ 16 0.800.305–84

«Климат-7»	ОСТ 16 0.800.305–84
$T_{ср}$ – гамма-процентный срок сохраняемости;	$T_{хр}$ – минимальная сохраняемость;
T_{γ} – гамма-процентная наработка до отказа;	$T_{н}$ – минимальная наработка;
λ – интенсивность отказов;	$T_{с.сл.}$ – минимальный срок службы;
t_{λ} – наработка, в течение которой действуют требования к интенсивности отказов;	T_{γ} – гамма-процентный ресурс.
P_o – вероятность безотказного срабатывания.	

Гамма-процентный ресурс определен как суммарная наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с вероятностью γ , выраженной процентах. Этот параметр определяется в процессе испытаний на надежность и указывается в ТЗ в виде предполагаемого или в виде справочного значения. Испытания по подтверждению гамма-процентного ресурса являются продолжением испытаний на долговечность и проводятся на тех же образцах.

Таким образом, испытания на надежность по ОСТ являются более достоверными и жесткими, позволяют свести к минимуму ошибки разработчиков при конструировании и контролировать стабильность технологии при серийном производстве.

Итак, два основополагающих документа, два взгляда на работоспособность ОК во времени. Один основан на учете изменения характеристик изделия в заданных пределах, а другой – на критерии потери его работоспособности.

Конечно, можно совместить эти понятия, приняв за потерю работоспособности предельное значение некоторого параметра. Также много общих точек соприкосновения по выбору параметров критериев годности (целостности ОВ, целостность элементов ОК, постоянство коэффициента затухания и т.п.).

Попробуем рассмотреть обе точки зрения и постараемся найти приемлемое решение.

Точка зрения сторонников вероятностной характеристики

Параметр-критерий годности ОК зависит от множеств факторов. Например, коэффициент затухания определяется нерегулярностями ОК, то есть микро- и макроскопическими флуктуациями параметров материала волокна, микро- и макроизгибами и микротрещинами.

Нерегулярности (детерминированные или случайные) могут быть вызваны механическими, температурными, химическими и радиационными воздействиями и возникнуть в процессе изготовления, эксплуатации и хранения ОК. Нерегулярности в зависимости от степени воздействия могут иметь обратимый или необратимый характер, влияют на характеристики кабеля.

При проведении проектных работ основой для прогноза показателей надежности могут служить следующие параметры критерии: зависимости от времени вероятности безотказной работы (ВБР) $P_{ок}$ или отказа $Q_{ок}$ ОК, а также интенсивности отказов λ . При их определении необходимо учитывать как различный характер возможных отказов элементов конструкции ОК, так и степень воздействия внешних факторов согласно условиям эксплуатации ОК.

С позиций решения задач конструктивной разработки ОК и обеспечения надлежащих условий его прокладки и эксплуатации целесообразно повреждение ОК разделить на внешние общие повреждения (механические, тепловые и другие повреждения при земляных работах, перемещениях грунта, прямых ударах молнии и т.п.) и внутренние повреждения элементов ОК (саморазрушение ОВ в результате коррозионной деградации, увеличение затухания ОВ в результате микроизгибов и водородного воздействия, повреждения волокон и цепей при электрическом пробое внутри ОК и т.п.). Во внешних повреждениях преобладающую роль играет действие внешних факторов, во внутренних – процессы, протекающие внутри элементов ОК. Отказы, вызванные различными источниками, являются независимыми событиями.

В рамках указанных положений прогнозируемая общая величина ВБР ОК может быть записана в виде [2]:

$$P_{ок} = P_{ок}^{вн} \cdot P_{ок}^з, \quad (1)$$

где

$$P_{ок}^з = \prod_{i=1}^n P_{ок-i} \quad (2)$$

$P_{ок}^{вн}$ и $P_{ок}^з$ – ВБР ОК, определяемые, соответственно, внешними повреждениями кабеля и внутренними повреждениями его элементов; $P_{ок-i}$ – ВБР по различным видам отказов элементов ОК; n – число элементов в ОК.

Влияние внешних условий и конструктивных особенностей ОК на ВБР его внутренних элементов.

Предложенный подход позволяет прогнозировать надежность ОК с учетом внешних условий и конструктивных особенностей. Для металлосодержащих ОК:

$$P_{ок}^з = \prod_{k=1}^{N_{ов}} P_{овк}^\delta \cdot \prod_{k=1}^{N_{ов}} P_{овк}^{\Delta\alpha} \cdot P_{ок}^u \cdot P_{ок}^{np} \quad (3)$$

где $N_{ов}$ – число ОВ в ОК; $P_{овк}^\delta$ – вероятность отсутствия обрывов k -го ОВ, вызванных процессами коррозионной деградации (предшествующего разрушению ОВ при росте поверхностных трещин стадии существенного затухания считается кратковременной); $P_{овк}^{\Delta\alpha}$ – ВБР ОВ по критерию максимального допустимого коэффициента затухания; $P_{ок}^u$ – ВБР ОК по критерию работоспособности при внутреннем электрическом пробое; $P_{ок}^{np}$ – ВБР ОК с учетом отказов вследствие дефектов производства (в электрических кабелях $\approx 1\%$ отказов).

Для ОК, не содержащих металлических элементы, $P_{ок}^u \approx 1$.

При оценке параметров сохраняемости ОК, как правило, можно положить $P_{ок}^{вн} = 1$.

Практика эксплуатации оптических линий связи показывает, что $P_{ок}^з$ в основном определяется одним элементом – оптическим волокном, то есть $P_{овк}^{\Delta\alpha}$.

При эксплуатации в условиях, оговоренных в ТУ, можно принять $P_{овк}^{\Delta\alpha} = 1$. Принимаем также, что технология производства оптимальна, $P_{ок}^{np} = 1$. Таким образом, имеем:

$$P_{ок}^з \approx \prod_{k=1}^{N_{ов}} P_{овк}^\delta = \exp[-N_{ов} \cdot t \int_{t_n}^{t_k} \lambda(t) dt]; \quad (4)$$

$$P_{ок}^{вн} = \exp[-l(t_k - t_n) \sum_i \lambda_i^{вн}]; \quad (5)$$

где $N_{ов}$ – число ОВ в ОК; l – длина линии; t_n и t_k – время начала и конца работы линии ($t_k - t_n = t_n$ – наработка линии); $\lambda(t)$ – интенсивность отказов; t – время; $\lambda_i^{вн}$ – плотность отказов i -ых элементов ОК.

Для расчета $P_{овк}^{\Delta\alpha}$ можно воспользоваться механогидролитической моделью разрушения кварцевых ОВ [2], а значения $P_{ок}^{np}$ будем определять на основании статистических данных о надежности кабельных линий с учетом особенностей повреждаемости рассматриваемого ОК [3].

Рассчитав напряжения, возникающие в ОВ, с учетом величины интенсивности отказов оптического волокна, можно определить ВБР ОК.

$$P_{ок}^з = \exp(-N_{ов} \cdot l \cdot \lambda \cdot t_n), \quad (6)$$

где для ОК со свободной укладкой ОВ (ОВ в трубчатой защитной оболочке) [3] $\lambda = 3,31 \cdot 10^{-16} \text{ м}^{-1} \text{ с}^{-1} = 1,19 \cdot 10^{-9} \text{ км}^{-1} \text{ ч}^{-1}$.

По данным о повреждаемости кабельных линий магистральной сети [3] среднее число отказов составляет 0,27 на 100 км линии в год, причем 19,2 % отказов вызваны влиянием внешних электромагнитных полей. Таким обра-

зом, ожидаемая плотность отказов неметаллического магистрального ОК

$$\lambda_{OK}^{6H} = 0,27(100 \cdot 365,25 \cdot 24)^{-1}(1-0,192) = 2,46 \cdot 10^{-7} \text{ км}^{-1} \text{ ч}^{-1}$$

Приведенная вероятностная методика расчета параметров надежности основана на многочисленных допущениях, а также предусматривает вероятность появления отказов за установленный срок службы.

Очевидно, что обеспечение полного отсутствия отказов фактически не реализуемо, поэтому при проектном анализе указанные параметры должны вычисляться по результатам обоснованного выбора отличных от нуля, но достаточно малых допустимых значений интенсивностей отказов и вероятностей отказов элементов конструкции ОК. Под этим понимается пренебрежимо малое влияние соответствующего источника отказов на общую надежность ОК в реальных условиях эксплуатации. Иначе говоря, предположение о полном отсутствии внутренних отказов кабеля в течение любого из нормируемых времен $T_n, T_{c.сл}, T_{xp}$ не должно приводить к заметной ошибке определения ВБР кабеля, подверженного воздействию внешних факторов повреждений.

В [3] на основании статистических данных о повреждаемости кабелей связи и учета процесса коррозионной деградации ОВ получена интенсивность отказов, с помощью которой может быть найдена ВБР строительной длины кабеля за 30-летний срок эксплуатации, пересчитанная для минимальной наработки $t_n = 2,15 \cdot 10^5 \cdot \text{ч} \cdot P_{OK} = 0,91$.

В соответствии с изложенным выше подходом принята [3] допустимая относительная ошибка определения ВБР ОК $\delta_{Рокдоп} = 1 \cdot 10^{-3}$. Тогда допустимая погрешность определения P_{OK} составит $0,91 \cdot 10^{-3}$. ВБР ОК, обусловленная внутренними отказами, может быть найдена из условия:

$$\begin{aligned} P_{OK}^{6H} P_{OK}^3 &\geq (1 - \delta_{Рокдоп}) P_{OK}^{6H}, \text{ то есть} \\ P_{OK}^3 &\geq (1 - \delta_{Рокдоп}); 1 - \delta_{Рокдоп} = Q_{OK}^3 \end{aligned} \quad (7)$$

Данная трактовка минимальной наработки корректна, так как допускаются нормированные отказы за время t_n .

Относительный вклад повреждающих факторов в формирование ВБР ОК. Для обеспечения практической безотказности ОК в течение времени минимальной наработки общая величина ВБР ОК, обусловленная внутренними отказами его элементов, должна удовлетворять условию (7). На этапе конструктивной разработки общая заданная величина ВБР может быть либо заранее распределена между элементами конструкции и видами повреждений, либо должны быть рассчитаны ожидаемые величины показателей надежности для каждого элемента конструкции или вида (источника) отказов и затем проверено выполнение условия (7).

Относительный вклад i -го источника отказов в общую величину ВБР ОК можно характеризовать с помощью коэффициента φ_i , определяемого следующим образом:

$$P_{OK} = (P_{OK}^3)\varphi_i \quad (8)$$

Из выражений (2) и (8) следует:

$$\left[P_{OK}^3 = \prod_{i=1}^n (P_{OK}^3)\varphi_i = (P_{OK}^3) \sum_{i=1}^n \varphi_i, \text{ то есть } \sum_{i=1}^n \varphi_i = 1. \right.$$

Величины φ_i и n зависят от многих параметров и определяются статистической обработкой экспериментальных результатов.

Некоторая необъективность, связанная с вероятностной природой подхода к оценке надежности, прослеживается и в других местах.

Например, в [4] разбирается подход к оценке надежности функционирования волоконно-оптических линий связи, эксплуатирующихся путем их подвески на воздушных линиях электропередачи (ВОЛС-ВЛ). При эксплуатации ВОЛС-ВЛ (как и линии электропередачи – ЛЭП) на нее воздействует целый комплекс внешних воздействующих факторов (ВВФ):

- пониженная температура;
- ветер;
- гололед;
- удар молнии.

Опыт эксплуатации ВОЛС-ВЛ показывает, что наиболее опасным является воздействие пониженной температуры, которая является причиной: неоднородного замерзания гидрофобного заполнения; уменьшения стрелы провиса, возрастания усилий в месте крепления кабеля.

Изменение температуры окружающего воздуха в некотором пункте Земли представляет собой случайную функцию времени. Это случайный процесс, и при проектировании ЛЭП и ВОЛС-ВЛ предельные значения температуры выбирают, основываясь на количестве выбросов случайного процесса в заданный промежуток времени за заданный уровень. При проектировании ЛЭП на напряжение до 35 кВ температурная нагрузка выбирается исходя из данных об одном выбросе за 5 лет, для напряжений (110–330) кВ – об одном выбросе за 10 лет и для напряжений до 500 кВ – об одном выбросе за 15 лет.

В метеосводках необходимо иметь данные о минимальных суточных температурах для наиболее холодных месяцев года (t_{min}). На основании этих данных вычисляют:

- минимальные средние значения температуры за пять последовательных наиболее холодных суток месяца (t_{5min});
- среднюю температуру за каждый холодный месяц каждого года в течение всего периода наблюдений;
- методом наименьших квадратов сглаживающую линейную функцию.

По результатам вычислений проводят экстраполяцию средних месячных температур на 25 лет вперед.

(t_{min}) и (t_{5min}) снижают на значение найденного изменения средней месячной температуры в случае похолодания климата.

Если оно не ожидается, то при проектировании ВОЛС-ВЛ следует ориентироваться на предельную минимальную суточную температуру и минимальные средние значения температуры за пять последовательных наиболее холодных суток, имевших место за весь период наблюдения.

Кроме срока службы ВОЛС-ВЛ характеризуются ремонтопригодностью и готовностью, которые часто включают в общее понятие надежности данного вида ОК. Готовность измеряют коэффициентом готовности [4]

$$K_{Г100} = (8760 - t_B \cdot m)/8760,$$

где $K_{Г100}$ – коэффициент готовности линии длиной 100 км; t_B – среднее время восстановления, ч; m – количество (плотность) отказов на 100 км линии в год, 1/год; 8760 – число часов в году, ч.

Чем меньше время восстановления и ниже плотность отказов, тем выше $K_{Г100}$.

Для ВОЛС-ВЛ принимают нормы показателей надежности, разработанные для перспективной цифровой сети [4], а именно: $K_{Г100} \geq 0,99989$, то есть не более одного отказа в год на каждые 1000 км ВОЛС-ВЛ.

Опять множество допущений, экстраполяция и пр. Аналогично в документах комплекса стандартов «Климат-7». Гамма-процентный срок сохраняемости, например, включающий время транспортирования, которое как-то надо учитывать (а также и условия транспортирования), определяется для изделий в упаковке изготовителя в условиях отапливаемых хранилищ, в условиях кондиционирования воздуха, вмонтированных в защищенную аппаратуру или в защищенном комплекте ЗИП. Это база, для которой установлены соответствующие требования. Все условия, отличные (в худшую сторону) от базовых, учитываются введением соответствующих корректирующих коэффициентов, выбор которых достаточно произволен.

Как видно из предыдущих рассуждений, вероятностные характеристики требуют значительной базы достоверных экспериментальных результатов, касающихся поведения ОБ в ОК при различных условиях эксплуатации. Если учесть, что опыт эксплуатации ОК составляет около 25 лет, а комплексная база результатов их поведения в различных условиях в настоящее время так и не сформирована, то оценить надежность ОК этим методом с достаточной степенью точности не представляется возможным.

Точка зрения сторонников «минимальных» характеристик

Интересны размышления об оправданности концепции «минимальных» (установленных) показателей надежности [5]. Они трактуются как минимальный срок, в течение которого изготовитель гарантирует безотказную работу изделия при соблюдении регламентированных требований технического обслуживания и ремонта.

Введение минимальной наработки базируется на следующих посылах:

- у технических объектов имеют место отказы случайные и не случайные. Понятие минимальной наработки без отказа относится только к случайным отказам, основным признаком которых – вероятность их возникновения равна нулю или практически близка к нулю;

- минимальная безотказная наработка имеет детерминированный характер только тогда, когда выступает как требование к надежности. На этапе же контроля этот показатель носит случайный характер и определяется с некоторой вероятностью, которая зависит от принятого плана контроля;

- введение в нормативно-техническую документацию показателя минимальной наработки, то есть времени, в течение которого не должно быть отказов, создает возможность более эффективной борьбы за повышение надежности изделий.

При этом концепция «фатальной» неизбежности отказов и случайного характера причин их вызывающих не принимается во внимание. Предполагается, что преждевременные отказы обусловлены конструкторско-технологическими недоработками или нарушениями условий эксплуатации.

Можно возразить, что:

- введение таких показателей означает игнорирование современных научных выводов о принципиальной не детерминированности многих физических явлений и процессов;

- значения минимальных показателей невозможно проверить практически, так как ни один метод статистического контроля не может обеспечить 100 % достоверность;

- сама попытка создать продукцию с такими показателями часто приводит к недостаточно обоснованному повышению ее себестоимости;

- не следует считать основным критерием надежности для всех типов изделий наработку до первого отказа, если признано и зафиксировано в стандартах, что надежность включает в тех или иных сочетаниях безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Для многих типов технических объектов последнее утверждение справедливо. Но для кабельных изделий, которые несут максимальную нагрузку ответственности за надежное функционирование объекта или изделия и для которых не себестоимость является критерием ответственности за безопасность, – это не так справедливо. Невозможность контроля минимальных показателей статистическими методами в данном случае не является определяющей, так как сама система минимальных показателей определяет качество и работоспособность изделия. Ну а что касается научных положений о не детерминированности многих физических явлений и процессов, то тщательная проработка системы технических требований к изделию может существенно снизить влияние этого положения на негативное отношение к концепции «минимальных» показателей надежности.

Минимальные показатели не являются техническим аналогом гарантийных обязательств. Гарантийный срок – это период, в течение которого покупатель может, установив скрытые недостатки продукции, предъявить соответствующие претензии поставщику, который обязан безвозмездно устранить недостатки продукции или заменить ее, если он не сможет доказать, что недостатки возникли по вине покупателя. Закон не запрещает скрытые недостатки, что было бы нереально, а лишь обязывает изготовителя устранить таковые в случае их обнаружения. При этом никакой связи между длительностью гарантийного срока и уровнем надежности изделия закон не устанавливает. Попытки установить такую связь приводят к абсурду.

Расчет показателей надежности в соответствии с ОСТ 16.0.800.305–84 основан на концепции «минимальных характеристик». Ее особенностью является определение требований к изделию, обеспечивающих заданные минимальные сроки службы, хранения и наработки. При этом не должно происходить отказов ОК.

Более того, изделие должно характеризоваться гамма-процентным ресурсом, который должен определять возможность изделия работать свыше установленного норматива (наработки).

При этом $P_{ОК}^3 = 1$, а срок службы элементов, входящих в состав ОК, оценивают по изменению химической или физической структуры, прочности, диэлектрических или других свойств полимерных материалов, из которых эти элементы выполнены.

В основу метода минимальных характеристик положена концепция кинетической природы прочности твердых тел [6]. На базе температурно-временной зависимости прочности (для кабелей, в основном, полимерных материалов) осуществляют исследования поведения кабельных конструкций во времени. При этом для ОК характеристики ОБ во времени принимаются постоянными (передаточные характеристики ОБ за весь срок службы должны быть неизменными).

Для электрических кабелей также можно говорить о такой же постановке вопроса (вместо ОБ металлическая токопроводящая жила).

Преимущества данного подхода к оценке надежности очевидны. Статистические методы с их вероятностной природой базируются на многочисленном фактическом материале, который подвержен значительному субъектив-

ному подходу. При этом объем исследуемого материала должен включать данные по метеорологии, грунтам, грозовой активности, радиационному фону и пр. сопутствующим и специальным факторам.

При использовании метода «минимальных» характеристик применяется принцип аддитивности, позволяющий достаточно полно имитировать срок службы кабельного изделия как при хранении, так и при его эксплуатации.

ОСТ однозначно трактует такие важнейшие понятия, как параметры-критерии годности, которые определяют степень годности изделия к длительной эксплуатации (целостность проводника электромагнитной энергии, сопротивление изоляции, первичные и вторичные параметры передачи, напряжение и пр.). Это делает подход к такому сложному понятию, как надежность достаточно простым, понятным и не допускающим другие толкования полученных результатов. В 1999 г. методика определения надежности ОК, разработанная на основе ОСТ 16 0.800.305–84, была согласована с Минсвязи РФ, которая впервые за долгие годы определила общий подход кабельщиков и связистов к надежности кабельных изделий. В соответствии с этим документом испытания проводят ускоренным методом на образцах кабелей, что обеспечивает высокое доверие к полученным результатам. В основе методики лежит закон Аррениуса, который позволяет осуществлять прогнозирование поведения материала во времени по результатам его ускоренных испытаний. Подробное описание методики испытаний приведено в [7].

Следует отметить, что подход к исследованию надежности на основе ОСТ довольно часто используется и связистами, активно пропагандирующими вероятностные методы оценки надежности эксплуатации волоконно-оптических линий связи [8]. Используя концепцию старения материалов и методы испытаний на надежность, разработанные во ВНИИ КП, проектировщики кабельных линий проводят оценку показателей надежности линий передачи.

Опыт работы с ОСТ, насчитывающий более 20 лет, подтвердил его жизнеспособность и состоятельность. И несомненно необходимо приложить все усилия для придания ему статуса ГОСТ Р с включением в комплекс стандартов «Климат-7» самостоятельной единицей.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 27.602–89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
2. Ларин Ю. Т. Надежность оптических волокон. Аналитическая информация. – М.: Информэлектро, 1990. – 40 с.
3. Зеленьяк-Кудрейко И. В., Коршунов В. Н., Ларин Ю. Т. Параметры надежности оптических кабелей // Электросвязь. – 1994. – № 1. – С. 25–28.
4. Петров Ю. М. Надежность функционирования ВОЛС-ВЛ при низких температурах окружающей среды // Электросвязь. – 1999. – № 3. – С. 14–15.
5. Марин В. П., Гродзенский С. Я. Надежность и испытания изделий радиоэлектроники: учебное пособие. – М., 2006. – 30 с.
6. Реегель В. Р., Слуцкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. – М.: Наука, 1974. – 560 с.
7. Ларин Ю. Т. Оптические кабели. – М.: Престиж, 2006. – 304 с.: ил.
8. Воронцов А. С., Коршунов В. Н., Цым А. Ю. Оценка долговечности ВОЛС // Электросвязь. – 1999. – № 2. – С. 9–13.



ООО «ВНИИ КП-ОПТИК» организовано в 1998 году в качестве специализированного предприятия по созданию специальных конструкций оптических кабелей



ООО «ВНИИ КП-ОПТИК» является пионером в области возрождения производства отечественных оптического волокна, стеклопластиковых элементов, полимерных материалов (полибутилентерефталат), гидрофобного наполнителя.

В активе общества разработки технологического оборудования, методов испытаний, создание радиационноустойчивого оптического волокна.

МЫ МОЖЕМ ВСЕ

НОВЫЕ НАЗНАЧЕНИЯ

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

КУШНИР Владимир Яковлевич —

Решением Совета директоров ОАО «Псковкабель» со 2 апреля 2009 года генеральным директором ОАО «Псковкабель» назначен Кушнир Владимир Яковлевич.



Владимир Кушнир родился 22 сентября 1952 года в городе Ленинграде. В 1974 году окончил Ярославский государственный политехнический институт по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструмент».

Свою трудовую деятельность начал в 1974 году на Ярославском моторном заводе объединения «Автодизель» и прошел путь от мастера до начальника цеха. В 1979 году перешел на Псковский завод механических приводов, где работал вначале начальником цеха, затем начальником производства, заместителем генерального директора.

В 1996–2000 годах Владимир Яковлевич работал в должности заместителя главы администрации области – председателя комитета по управлению государственным имуществом Псковской области.

С ноября 2000 по август 2002 года он был генеральным директором ОАО «Псковский завод механических приводов».

С августа 2002 по декабрь 2004 года работал заместителем главы администрации Псковской области, председателем комитета по управлению государственным имуществом Псковской области. В 2003–2004 гг. был председателем комиссии по вопросам страхования, председателем энергетической комиссии и комиссии по инвестициям при администрации Псковской области. В декабре 2004 года подал в отставку в связи со сменой администрации Псковской области в результате выборов.

С февраля 2005 по март 2009 года В. Я. Кушнир был коммерческим директором ЗАО «Псковэлектросвар».

В 2006 году он с отличием окончил Российскую академию государственной службы при Президенте РФ в г. Москве по специальности «Антикризисное управление». Женат, имеет четырех детей.

«ПСКОВКАБЕЛЬ»

ОАО «Псковкабель»

