

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ СПОСОБА ПРОКЛАДКИ ПОДЗЕМНОГО ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ

А.Л. Зубилевич, канд. техн. наук, профессор кафедры «Направляющие телекоммуникационные среды»;
С.А. Сиднев, канд. техн. наук, доцент кафедры Менеджмента;
В.А. Царенко, аспирант кафедры Менеджмента;
 Московский технический университет связи и информатики

Аннотация. Статья продолжает серию публикаций [1, 8], посвященных выбору технологии прокладки подземных оптических кабелей. Как и в указанных работах, сравниваются две технологии – прокладка бронированного оптического кабеля непосредственно в грунт и кабеля облегченной конструкции в специальный защитный полимерный трубопровод. В статье предпринимается попытка количественно оценить возможности дальнейшего развития сети связи. Достижение указанной цели осуществляется с использованием метода реальных опционов.

Ключевые слова: технология прокладки оптического кабеля; волоконно-оптические линии связи; защитный полимерный трубопровод; чистая текущая стоимость; реальные опционы.

Abstract. The paper continues the series of publications [1, 8] devoted to the choice of the installation technology for underground optical cables. Just as in the indicated papers, two technologies are compared – installation of an armored optical cable directly into the ground and of a reduced-weight cable into a special protective polymer conduit. The authors attempt to assess quantitatively the potentials for the further development of communication networks. This goal is achieved with the use of the real options method.

Key words: optical cable installation technology; fiber optic communication lines; protective polymer conduit; net present value; real options.

Материал поступил в редакцию 16.09.2016
 Зубилевич А.Л. E-mail: zal51@rambler.ru

В настоящее время в основе оценки стоимости любого проекта, приносящего доход, лежит метод дисконтированных денежных потоков (NPV) [5]. Безусловно, он является важным и эффективным инструментом при разработке бюджетов капиталовложений, анализе проектов и оценке их экономической эффективности, но обладает и рядом недостатков.

Расчеты NPV строятся на прогнозе будущих событий, а решения принимаются до начала реализации проекта, исходя только из тех параметров, которые были предусмотрены и заложены на этапе его обоснования. То есть в расчетах не учитывается возможность адаптации проекта к изменяющимся условиям (возможность последующих инвестиций). Такую возможность обеспечивает метод реальных опционов (Real Options Value ROV) [2, 3, 7].

При использовании этого метода инвестиционные проекты рассматриваются не как единый набор ожидаемых денежных потоков, а как совокупность проектов. Это позволяет принимать решения последовательно, по мере необходимости. В зависимости от того, как складывается ситуация, ROV дает возможность принимать оптимальные решения, подстраиваясь к изменяющимся условиям. Такая гибкость в управлении проектом позволяет сосредоточиться не только на составлении возможных прогнозов денежных потоков, но и на развитии компании.

В практике управления ROV определяется как заранее спроектированная гибкость в управлении компанией или

проектом в условиях неопределенной и зачастую непредсказуемой внешней и внутренней среды [4].

Выделяют следующие основные виды реальных опционов:

1. Опционы ожидания (или выбора времени принятия решения, отсрочки инвестиций) – позволяют отложить принятие решения об инвестировании. Используется, когда отсутствует информация, необходимая для принятия правильного решения об инвестициях, но ее появление ожидается в ближайшем будущем.

2. Опционы роста – позволяют реализовать дополнительные возможности, которые не были выявлены на стадии разработки проекта и могут появляться после того, как сделаны первоначальные инвестиции.

3. Опционы изменения масштаба проекта – предоставляют в будущем возможность расширения проекта при благоприятном стечении обстоятельств или уменьшения его масштабов при нежелательном развитии сценария, когда проект терпит убытки.

4. Опцион отказа от реализации проекта – отказ от нерентабельных проектов.

Рассмотрим реальные опционы применительно к вопросу создания волоконно-оптической линии связи (ВОЛС).

В [8] сравниваются два способа прокладки оптического кабеля (ОК):

- прокладка бронированного ОК непосредственно в грунт;
- прокладка кабеля облегченной конструкции в специальный защитный полимерный трубопровод (ЗПТ).

В качестве критерия экономической эффективности проекта рассматривается показатель чистой текущей стоимости:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{(D_i - \mathcal{E}_i - A_i - \mathcal{I}_i)(1 - H_{II}) + A_i}{(1 + d)^i} - K_0 \quad (1)$$

где D_i – доходы предприятия в i -й год;

\mathcal{E}_i – эксплуатационные расходы в i -ом году (без амортизационных отчислений);

A_i – амортизационные отчисления за i -й год;

\mathcal{I}_i – величина потерь (штрафы) в i -ом году, вызванная простоями ВОЛС из-за повреждений;

H_{II} – величина налога на прибыль, выраженная в относительных единицах ($H_{II} = 0,2$);

K_0 – капитальные затраты на строительство ВОЛС;

d – ставка дисконтирования.

$$\mathcal{I}_i = N_p \cdot T_{cp} \cdot c_i \quad (2)$$

где N_p – количество повреждений за год;

T_{cp} – среднее время простоя ВОЛС, в часах;

c_i – потери за один час в i -ом году.

В работах [8, 9] выбор наиболее предпочтительного варианта предлагается проводить по методике, определяющей разность показателей NPV :

$$\Delta NPV = NPV_2 - NPV_1 \quad (3)$$

где NPV_1 – чистая текущая стоимость проекта в случае прокладки ОК в грунт;

NPV_2 – чистая текущая стоимость проекта в случае прокладки ОК в ЗПТ.

В нашем случае, при одинаковых доходах, но разных штрафах и капитальных вложениях, а, следовательно, и амортизационных отчислениях, выражение (3) можно представить в следующем виде:

$$\Delta NPV = \frac{(\mathcal{I}_{i_1} - \mathcal{I}_{i_2})}{d_d} (1 - H_{II}) \left[1 - \frac{1}{(1 + d_d)^n} \right] - \Delta K_0 \left[1 - \frac{H_{II} H_A}{d} \left(1 - \frac{1}{(1 + d)^n} \right) \right] \quad (4)$$

где $\mathcal{I}_{i_1}, \mathcal{I}_{i_2}$ – штрафы за простой ВОЛС по рассматриваемым вариантам;

ΔK_0 – разница капитальных затрат по рассматриваемым технологиям;

H_A – норма амортизационных отчислений при линейном начислении амортизации;

d_d – ставка дисконтирования без учета инфляции.

Следует отметить, что, подставляя (1) в (3), используется формула суммы членов убывающей геометрической прогрессии и предполагается увеличение штрафов пропорционально инфляции.

Разность капитальных затрат по рассматриваемым технологиям с учетом разницы между значениями строительных длин (количеством муфт) на линии определяется из выражения [1, 8]:

$$\Delta K_0 = \Delta K_0^{ydl} \cdot L - (N_B - N_{ЗПТ}) C_M \quad (5)$$

где ΔK_0^{ydl} – разность удельных капитальных затрат (на один километр) на прокладку ОК в ЗПТ и в грунте соответственно

$$\Delta K_0^{ydl} = K_{ЗПТ}^{ydl} - K_B^{ydl} \quad (6)$$

$N_B, N_{ЗПТ}$ – количество муфт на линии при прокладке ОК в грунт и ЗПТ соответственно;

C_M – стоимость муфты и работы по ее монтажу;

L – протяженность трассы в километрах.

Формула (4) дает возможность получить результаты, которые позволяют сделать предварительные выводы относительно рассматриваемых технологий. Однако в случае дальнейшего развития сети эти выводы могут измениться.

Рассмотрим два способа развития сети:

– увеличение количества ОК в сети;

– переход на новые, более скоростные системы передачи (в настоящее время широко используется технология спектрального уплотнения (WDM)).

Увеличение числа ОК при прокладке кабеля непосредственно в грунт является долгим и дорогостоящим процессом, реализация которого не всегда возможна. Тогда как протяжка ОК в ЗПТ осуществляется без дорогостоящих земляных работ и в короткие сроки. К тому же ЗПТ позволяет увеличить стойкость ОК к повреждениям, однако в случае повреждения самого ЗПТ могут быть разрушены все кабели в трубке.

Переход на более скоростные системы передачи позволяет в течении долгого промежутка времени увеличивать пропускную способность линии связи без замены ОК, но при этом требуется установка дополнительных компенсаторов дисперсии и усилителей. К тому же существуют случаи, когда дальнейшее развитие сети за счет WDM сталкивается с рядом трудностей. Например, в случае увеличения скоростей отдельных поднесущих, падает дальность передачи сигнала. Так, использование модуляции QPSK позволяет передавать трафик на расстояние до 2500 км без регенерации, тогда как использование более совершенной модуляции 16-QAM – всего до 500–700 км [11]. При этом следует иметь в виду, что регенераторы необходимы для каждого виртуального канала. Таким образом, предполагая, что стоимость одного регенератора 50 тыс. долл. или 3 млн руб. [10], для 50-канальной линии стоимость всех регенераторов составит 2,5 млн долл. или 150 млн руб., что соизмеримо со стоимостью облегченного ОК и его протяжкой в ЗПТ длиной порядка 2500 км.

Таким образом, для второго случая (использование ЗПТ) появляется возможность выбора вариантов дальнейшего развития сети:

– прокладка облегченного ОК в ЗПТ;

– дальнейшее увеличение числа и скорости передачи систем WDM.

В качестве реального опциона рассмотрим возможность развития сети связи протяженностью 1000 км. Следует отметить, что использование технологии WDM является опционом, как для первого, так и для второго варианта развития ВОЛС, а прокладка ОК – опционом только для второго варианта. Таким образом, исходя из сказанного и с целью упрощения расчетов, в качестве реального опциона рассматривается только прокладка нового облегченного ОК в ЗПТ. Тогда чистой текущей стоимостью второго варианта следует представить как сумму NPV , рассчитанную

согласно традиционной методике, которая увеличивается на величину ценности реального опциона [6], то есть в виде следующего выражения:

$$NPV_2^{exp} = NPV_2 + ROV, \quad (7)$$

где NPV_2^{exp} (*Expanded NPV*) – расширенная чистая текущая стоимость второго проекта;

ROV (*Real Options Value*) – ценность реального опциона.

В этом случае разность чистых текущих стоимостей принимает вид:

$$\begin{aligned} \Delta NPV = & NPV_2^{exp} - NPV_1 = ROV + \\ & + \frac{(Ш_{i_1} - Ш_{i_2})(1 - H_{II})}{d_d} \left[1 - \frac{1}{(1 + d_d)^n} \right] - \\ & - \Delta K_0 \left[1 - \frac{H_{II} H_A}{d} \left(1 - \frac{1}{(1 + d)^n} \right) \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Значение ценности реального опциона на расширение определяется по формуле Блэка-Шоулза [3]:

$$ROV = N(\tau_1) \cdot PV(X), \quad (9)$$

где $N(\tau_i)$ – интегральная функция нормального распределения ($i = 1, 2$);

S – приведенная стоимость денежных потоков от реализации будущих инвестиционных возможностей;

$PV(X) = X \cdot e^{-rt}$ – приведенная стоимость инвестиций на осуществление проекта;

X – затраты на осуществление проекта;

r – безрисковая ставка доходности ($r = 0,1$);

t – время до истечения срока исполнения опциона ($t = 7; 10; 12$ лет);

$$\tau_1 = \ln(S/PV(X)) / \sigma\sqrt{t} + \sigma\sqrt{t}/2;$$

$$\tau_2 = \tau_1 - \sigma\sqrt{t};$$

σ – среднее квадратичное отклонение денежных потоков.

Моделируя различные ситуации прокладки облегченного ОК в ЗПТ**, получаем результаты, представленные на рис. 1 и 2.

Рассчитанные значения получены для разных кабелей с различным количеством оптических волокон (ОВ). При этом предполагается, что доходы увеличиваются прямо пропорционально количеству оптических волокон.

Полученные результаты показывают, что во многих случаях использовать ЗПТ является экономически выгодным. Однако, чем позже реализуется реальный опцион, тем менее эффективным становится использование ЗПТ (рис. 2).

Выводы

В случае прокладки облегченной конструкции ОК в ЗПТ учет ценности реального опциона на расширение, путем задувки в трубу дополнительного кабеля, повышает показатели эффективности проекта.

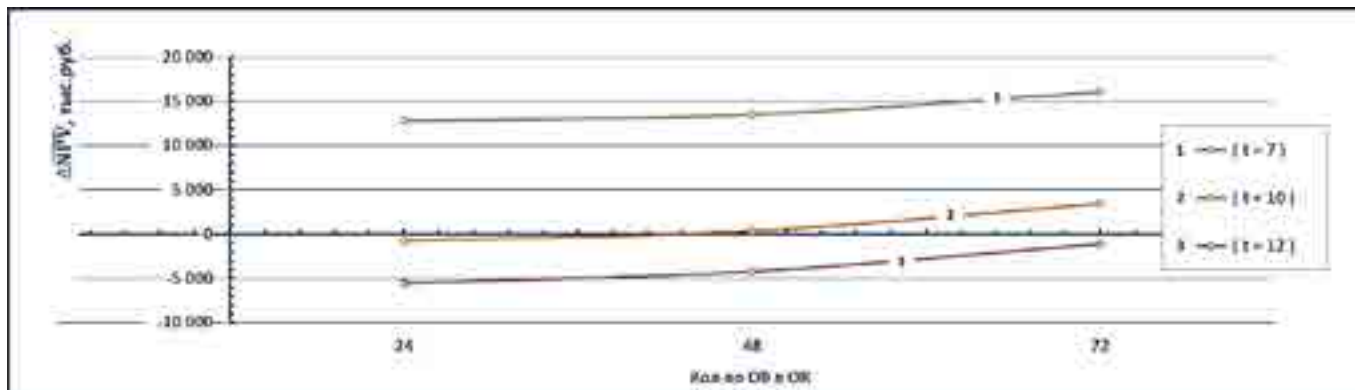


Рис. 1. Зависимости величины ожидаемого эффекта от количества оптических волокон

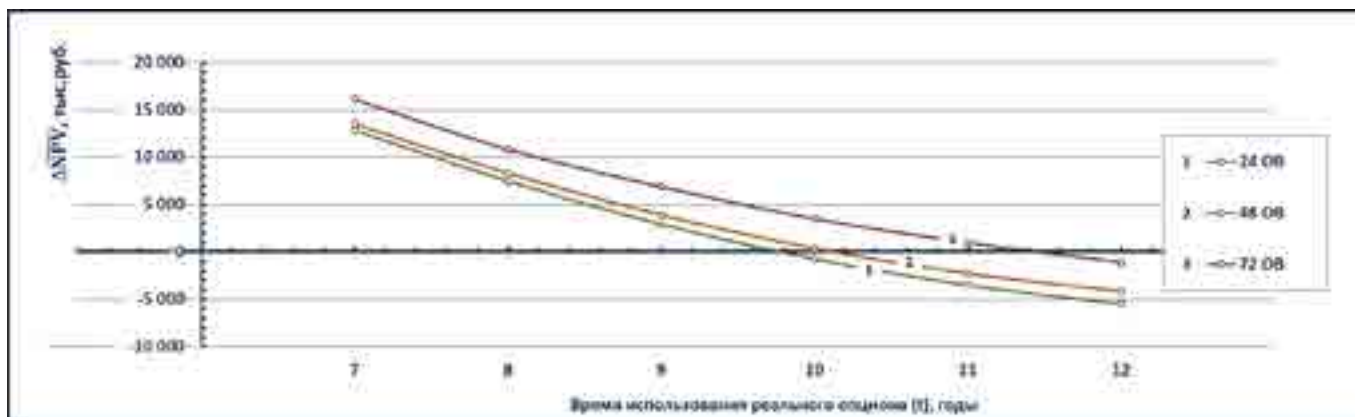


Рис. 2. Зависимости величины ожидаемого эффекта от времени исполнения реального опциона

** Моделирование различных ситуаций осуществляется с применением методов имитационного моделирования [4].

Метод реальных опционов позволяет перейти от качественной к количественной оценке возможностей развития ВОЛС за счет прокладки оптических кабелей в защитный полимерный трубопровод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В.А., Бурдин В.А., Попов В.Б. Анализ капитальных затрат на строительство подземных ВОЛП // Первая миля. – 2014. – № 2. – С. 74–79.
2. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов / Пер. с англ. / Под ред. Л.П. Белых. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 631 с.
3. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. – 2-е рус. изд. / Пер. с англ. Н. Барышниковой с 7-го междунар. изд. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. – 1008 с.
4. Бухвалов А.В. Реальны ли реальные опционы // Российский журнал менеджмента. – 2006. – Т. 4, № 3. – С.77–84.

5. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «ДЕЛО» АНХ, 2008. – 1104 с.
6. Воронцов Ю.А., Груничев Ю.А. Управление рисками инвестиционных проектов ИТ-услуг // Т-Comm. – 2010. – № 10 – С. 42–44.
7. Дамодаран А. Инвестиционная оценка. Инструменты и техника оценки любых активов / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 1342 с.
8. Зубилевич А.Л., Колесников О.В., Сиднев С.А., Царенко В.А. Выбор способа прокладки оптического кабеля с учетом грозопо-реждаемости // Кабели и провода. – 2015. – № 6. – С. 14–15.
9. Сиднев С.А., Зубилевич А.Л. Применение экономического критерия при выборе одномодовых оптических волокон для ВОЛС // Век качества. – 2011. – № 1. – С. 60–61.
10. Маззарез Д., Микилев А. Оптические волокна для ≥ 400 Гбит/с // Вестник связи. – 2014. – № 4. – С. 48–50.
11. Якимович С. Платформы для оптических транспортных сетей следующего поколения, поддерживающие технологии DWDM // Технологии и средства связи. – 2014. – № 1. – С. 52–53.

ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ «КАБЕЛИ И ПРОВОДА» МОЖНО В РЕДАКЦИИ

Стоимость подписки на I полугодие 2017 года (3 номера), в рублях:

- для членов Ассоциации «Электрокабель» – 1275 руб.,
- для учебных заведений и студентов – 480 руб.,
- для остальных подписчиков России и стран СНГ – 1380 руб.,
- для подписчиков зарубежных стран – 33 у.е.

НДС не облагается по ст. 145 НК РФ

По вопросам подписки обращайтесь к Алле Евгеньевне Тимофеевой
Тел./факс: (495) 918–1627
E-mail: kp@vniikp.ru, alla_timofeeva_60@mail.ru

Реквизиты для оплаты в рублях:

ИНН 7722159427
КПП 772201001
р/с: 40702810238120102932
в Московском банке
ПАО «Сбербанк», г. Москва
к/с: 3010181040000000225
БИК 044525225

Подписной индекс в каталогах агентств «Роспечать» и «Урал-Пресс» – **79943**

Вы можете доставить нашу новую установку холодной сварки почти в любое место



Легкая в перемещении и простая в эксплуатации наша новая установка типа CP180, линия подачи воздуха и пневмо/гидравлическая энергосистема поставляются в удобной, переносимой ручной упаковке. Просто подсоедините подачу воздуха, и Вы готовы к сварке – где бы Вы не находились. Установка предназначена для сварки проволоки, полос и профиля размером от 0,30 до 1,80 мм (от 0,0118 дюймов до 0,071 дюймов).

Дополнительная информация и демонстрационное видео на www.pwmltd.co.uk



Pressure Welding Machines Ltd
Tel: +44 (0) 1233 826647
Email: pwm@btinternet.com
Обращайтесь к нашим агентам в России:
Телефон: (495) 361-6424, 918-1756
Факс: (495) 911-8060
E-mail: equipment@tdvmlkp.ru

Мировой лидер в технологии холодной сварки

Новые сварочные аппараты и матрицы можно приобрести только у компании PWM или у ее официальных представителей