

# ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ДОЛГОВОГО ПОРТФЕЛЯ НЕФТЯНОЙ КОМПАНИИ ПО КВАНТИЛЬНОМУ КРИТЕРИЮ

Коротин В. Ю.<sup>1</sup>, Ульченков А.М.<sup>2</sup>, Исламов Р.Т.<sup>3</sup>

Проблема формирования оптимальной структуры долгового портфеля нефтяной компании стала актуальной в связи с введением во II квартале 2014 г. секторальных санкций, направленных в том числе против компаний топливно-энергетического комплекса и ряда госбанков Российской Федерации. В данной работе представлен метод оптимизации структуры долгового портфеля нефтяной компании по квантильному критерию в условиях снижения общемировых цен на нефть и пример его фактического применения к средней нефтяной компаний (с учетом специфики российского налогообложения). В статье применен математический аппарат теории стохастических процессов

Путем численного моделирования получены вероятностные функции распределения денежных потоков и получен набор оптимальных портфелей в зависимости от критериев.

При незначительных модификациях модель можно использовать практически для любой добывающей компании. С помощью такой модели можно решать широкий круг задач: стресс-тестирование кредитоспособности фирмы, оценка вероятности дефолта крупного заемщика или проекта, моделирование стоимости сырьевой компании, и т.п.

**Ключевые слова:** риск-менеджмент, дефолт, метод Монте-Карло, оценка вероятности, случайные процессы, ковенанты

**JEL:** C53, D81, G31, G32

## Введение

События первого полугодия 2014 года, и прежде всего введение со стороны США и Евросоюза секторальных санкций, направленных в том числе на топливно-энергетический комплекс России (ТЭК), вновь сделали актуальной уже подзабытую с 2008–2009 гг. задачу оптимального планирования деятельности компаний в части валютной структуры задолженности при относительно высоком уровне закредитованности.

Задача оптимизации структуры задолженности – одна из важных задач финансового менеджмента, особенно в кризисное время. Суть оптимизации портфеля – выбор из всевозможных наборов такого, который обеспечит наилучший результат при заранее известных критериях (см. рис. 1). Задача выбора оптимальной структуры портфеля ценных бумаг была впервые комплексно изучена Г. Марковицем в 1952 г. (Markowitz, 1952) и продолжена рядом авторов (Синявская, 2007; Kataoka, 1963; Duračová, 1999; Григорьев и Кан, 2004)

С учетом неопределенности входных параметров одним из лучших инструментов для решения подобной задачи является инструментарий теории вероятностей и стохастических процессов (Islamov et al., 2003). Кроме того, стоит упомянуть, что именно Г. Марковицем в его работе (Markowitz, 1952) высказана идея о необходимости применения вероятностных методов для применения в теории портфельной оптимизации: «I believe that better methods, which take into account more information, can be found. I believe that what is needed is essentially a “probabilistic” reformulation of security analysis».

Не секрет, что основным риском для нефтяной компании является падение цены на нефть. Большинство компаний ТЭК формируют несколько видов бюджетов, исходя из разных уровней цены на нефть: «пессимистичный», «базовый» и «оптимистичный». При этом, однако, чаще всего забывают, что по трем точкам невозможно построить функцию распределения вероятностей случайной величины (цены на нефть). Отдельной и особо интересной задачей является оценка интервалов возможных значений итоговой случайной величины, анализ

1. Зам. директора департамента корпоративных финансов ОАО НК «РуссНефть».

2. Директор департамента корпоративных финансов ОАО НК «РуссНефть».

3. Д-р физ.-матем. наук, директор АНО «Международный центр по ядерной безопасности Минатома России.

формы функции распределения и понимание, как форма распределения входящих случайных величин влияет на итоговый финансовый результат – это задача, совершенно нерешаемая в рамках сценарного «анализа».

В целях обеспечения непрерывного финансирования в условиях постоянно меняющейся макроэкономической ситуации необходимо осуществлять регулярный анализ структуры портфеля и при необходимости вовремя корректировать (рефинансировать) структуру как по валютам, так и по срокам погашения.

В конце 2008-го и в 2009 г. нефтяные компании столкнулись с резким снижением цен на нефть по сравнению с забюджетированными уровнями. Это прежде всего привело к сложностям в поддержании текущей ликвидности. Практика рефинансирований того периода продемонстрировала, что они возможны при любом рынке, но обходятся довольно дорого. Можно ли сразу выбрать такую структуру долгового портфеля, которая бы не потребовала применения такого дорогостоящего инструмента, как рефинансирование? Как выбрать оптимальную структуру долгового портфеля, которая максимизирует денежные потоки?

Ответы на эти вопросы может дать оптимизация по квантильному критерию (см. рис. 1), основы которой были заложены в (Kataoka, 1963), и продолжены многими исследователями (Duračová, 1999; Григорьев и Кан, 2004).

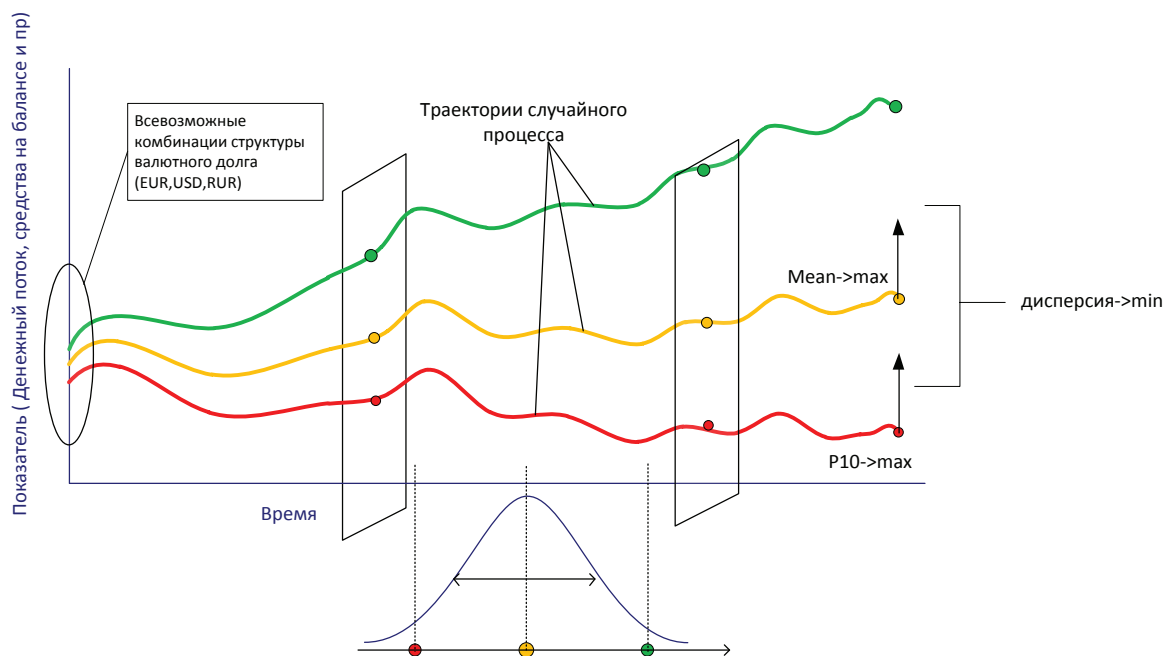


Рисунок 1. Подход к оптимизации структуры долгового портфеля

Каким же образом компания может поставить валютные риски себе на службу? Заметим, что существует обратная зависимость курса рубля от стоимости нефти, так называемое «естественное хеджирование» – при снижении цены на нефть выпадающие долларовые доходы частично компенсируются повышением рублевых доходов. В какой момент дополнительных рублевых доходов столько, что они смогут компенсировать падение выручки от снижения цены на нефть?

Для решения задачи по оптимизации авторы построили сначала детерминистическую финансово-экономическую модель компании с ежегодной добычей 1 млн тонн нефти. На следующем шаге добавили в нее непрерывные случайные величины, описывающие макроэкономические параметры в произвольный момент времени  $t$ : цену на нефть, курс рубля относительно доллара и др.

Решение данной задачи в аналитическом виде затруднено, в том числе из-за сложности системы налогообложения в России; соответственно, решение поставленной задачи возможно путем анализа того, как неопределенность входных параметров влияет на выходные результаты финансово-экономической модели (см. рис. 2). Устоявшийся англоязычный термин для

подобного анализа – «propagation of uncertainty», по которому существует довольно много работ, описывающих методы для подобного анализа (обзор таких работ представлен в (Islamov et al,2003) ). Несмотря на разность в подходах авторов этих работ, большинство из них склоняется к тому, что один из лучших методов для такого анализа – метод Монте-Карло. В этой и дальнейших работах для целей моделирования методом Монте-Карло будет использован пакет-надстройка для MS Excel – Oracle Crystal Ball, как один из наиболее доступных, распространенных и интуитивно понятых. Финансово-экономическая модель нефтяной компании выполнена также в MS Excel методом денежных потоков с шагом в 1 месяц.

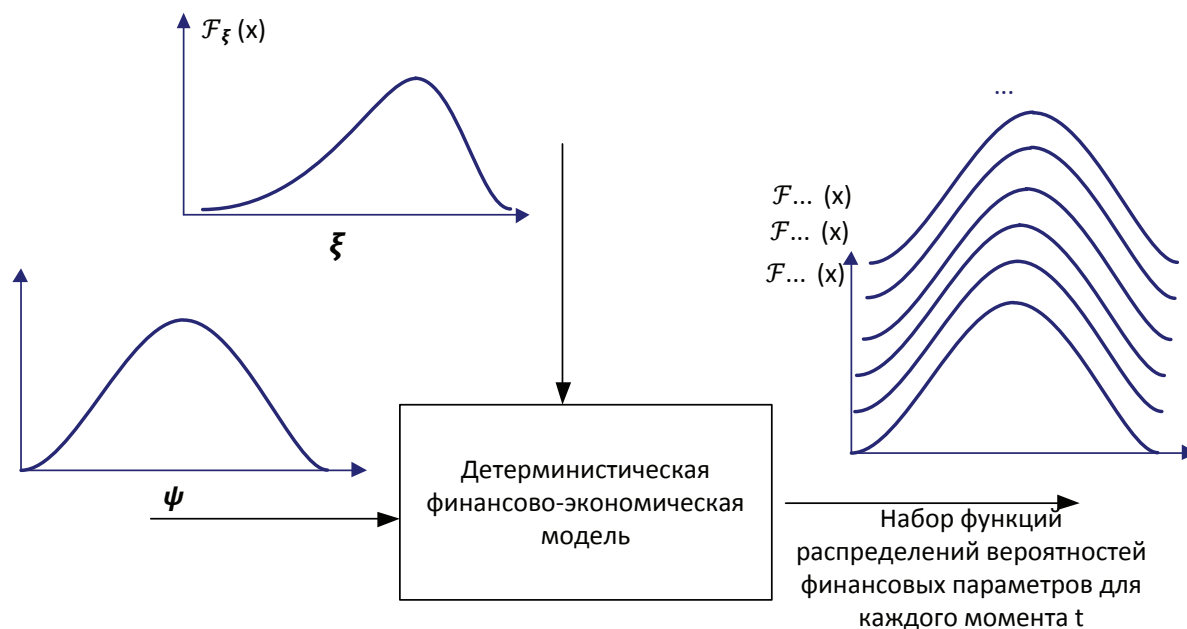


Рисунок 2. Распространение неопределенности входных параметров

### Подходы к моделированию и описание исходных значений

Для построения финансово-экономической модели были взяты параметры расходных статей бюджета, близкие к среднеотраслевым, исходя из удельных величин операционных и капитальных затрат<sup>1,2</sup>. Долг в модели номинирован в трех разных валютах: российский рубль, доллар США и евро. Для каждой части долга назначается своя процентная ставка:

- российский рубль: ставка 13% годовых;
- доллар США: ставка 8% годовых;
- евро: ставка 7% годовых.

Для простоты примем, что выплаты процентов и тела долга происходят ежемесячно, комиссии отсутствуют, и к концу периода моделирования компания полностью расплачивается по своим долгам без продажи активов и привлечения внешнего финансирования. При этом текущие цены на нефть обеспечивают положительный свободный денежный поток, но не позволяют приобретать новые активы.

Кроме того, для простоты моделирования при решении данной задачи подразумевалось, что компания действует в текущих условиях налогообложения. Моделируемая компания не имеет перерабатывающих и сбытовых активов; еще одно предположение состоит в том, что у компании отсутствуют операционные риски в части обеспечения необходимого уровня добычи (разумеется, простым введением еще одного семейства случайных величин данная модель может быть легко обобщена и на случай наличия операционных рисков у компании).

Рассмотрим три случайных семейства процесса, определенных на вероятностном пространстве  $(\Omega, F, P)$  и зависящих от времени  $t$ , т.е. пусть  $T = [a, b]$ , а  $X = X(\omega, t)$  процесс с независимы-

1. [http://www.bashneft.ru/files/iblock/ce8/Databook\\_2Q\\_2014\\_MULTI\\_RUS.xlsx](http://www.bashneft.ru/files/iblock/ce8/Databook_2Q_2014_MULTI_RUS.xlsx)

2. <http://www.lukoil.ru/static.asp?id=133>

ми приращениями, т.е. для любого  $k$  и любых  $t_1 \dots t_k$  приращения  $X(t_1) - X(a)$ ,  $X(t_2) - X(t_1)$ ,  $X(t_k) - X(t_{k-1})$  являются независимыми случайными величинами.

Пусть рассматриваемый процесс  $X=X(\omega, t)$  является стационарным (однородным) (в терминах теории случайных процессов), т.е. верно следующее утверждение: для произвольных  $s, t, h$  распределения  $X(t)-X(s)$ ,  $X(t+h)-X(s+h)$  совпадают.

В терминах случайных величин это означает следующую запись:

–  $\xi_0, \xi_1, \xi_2 \dots \xi_i$ , при этом,  $\xi_i \in [20; 200]$ ,  $i = 0, \dots, N$  которое описывает поведение цены на нефть сорта Brent за баррель;

–  $\psi_0, \psi_1, \psi_2, \dots, \psi_i$  при этом,  $\psi_i \in [20; 50]$ ,  $i = 0 \dots N$ , которое описывает поведение курса доллара к рублю;

–  $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2 \dots \gamma_i$ , при этом  $\gamma_i \in [38; 60]$ ,  $i = 0, \dots, N$ , которые описывают поведение курса евро к рублю

Стохастический процесс  $\xi(\omega, t)$  (и другие, описываемые в данной работе случайные процессы) можно описать следующим образом:

$$\xi_i = \xi_{i-1} + \epsilon_i,$$

где  $\epsilon_i$  — случайная величина с параметрами  $M(\epsilon_i)$  и  $D(\epsilon_i)$ .

При этом  $\xi_0$  — начальная точка, определяемая исходя из текущих цен на нефть. В рассматриваемом случае  $\xi_0=102$  (на момент написания статьи стоимость нефти сорта Brent составляла \$102 за баррель).

Что касается случайных величин  $\psi_i$ , то в первом приближении можно считать, что  $\psi_i \sim \xi_i$ . Для наглядного – хотя и нестроого – доказательства этого факта построим следующий график: по оси ординат отложим значения курса рубля по отношению к доллару, как он устанавливается ЦБ РФ<sup>1</sup>, по оси абсцисс – фактические цены сорта нефти Brent<sup>2</sup>. Авторами статьи проверено, что такая зависимость меняется от квартала к кварталу (см. рис. 3).

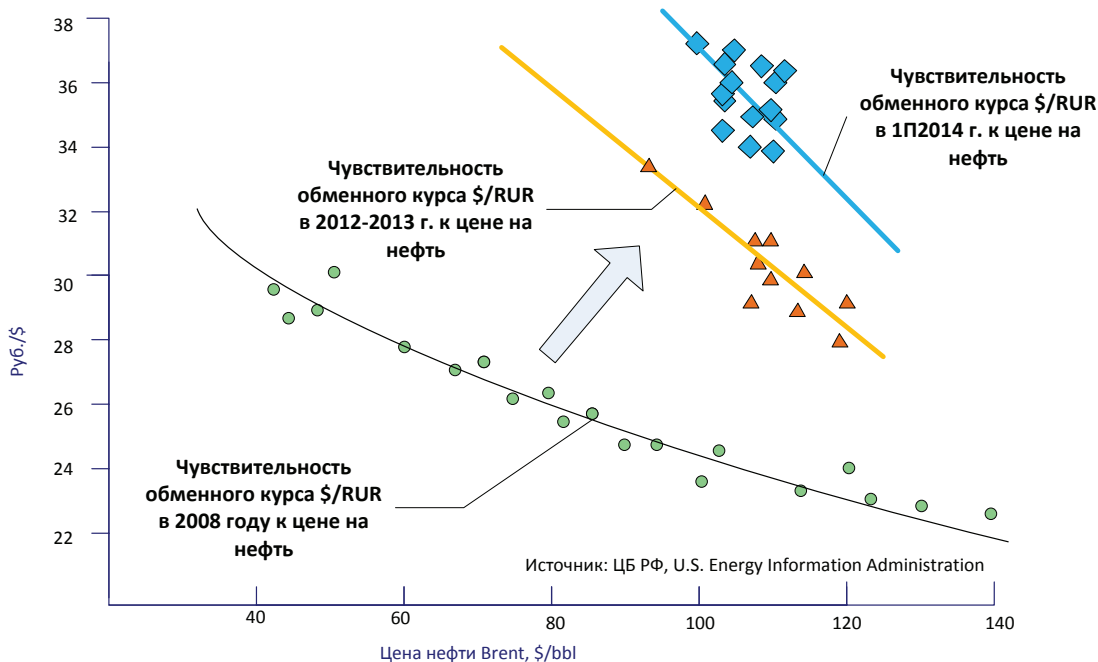


Рисунок 3. Связь между курсом рубль-доллар и стоимостью нефти

При этом, по расчетам авторов статьи, коэффициент корреляции между стоимостью нефти сорта Brent и курсом рубль/доллар (рис. 3) на текущий момент составляет  $r(\psi_i, \xi_i) = -0,8$ . Для простоты моделирования и без существенного ущерба для точности решения исходной зада-

1. <http://www.cbr.ru>

2. <http://www.eia.gov/petroleum>

чи было принято, что такая зависимость курса рубля от цен на нефть описывается линейным уравнением:

$$y(x) = -0,0786x + 44,39$$

или, переходя к случайным величинам:

$$\psi_i = -0,0786\xi_i + 44,39 + \epsilon_2$$

где  $\epsilon_2$  – случайная величина со следующими характеристиками:  $M(\epsilon_2)$  и  $D(\epsilon_2)$ .

Таким образом, исходные случайные величины можно описать следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} \xi_0 = 102 + \epsilon_1, \psi_0 = 36,3 + \epsilon_2 \\ \xi_0 = 102 + \epsilon_1, \psi_0 = 36,3 + \epsilon_2 \\ \xi_i = \xi_{i-1} + \epsilon_1, \psi_i = -0,0786\xi_i + 44,39 + \epsilon_2 \\ \xi_N = \xi_{N-1} + \epsilon_1, \psi_N = -0,0786\xi_N + 44,39 + \epsilon_2 \end{cases} \quad (1)$$

где  $N$  — количество периодов моделирования.

Графически пространство возможных реализаций случайной величины  $\{\xi_i\}$  может выглядеть так, как показано на рисунке 4. Для наглядности на рисунке показаны еще и фактические значения стоимости нефти и выделены квантили уровня 0,1 и 0,9 для каждой функции распределения  $F_{\xi_i}$  всех моментов времени.

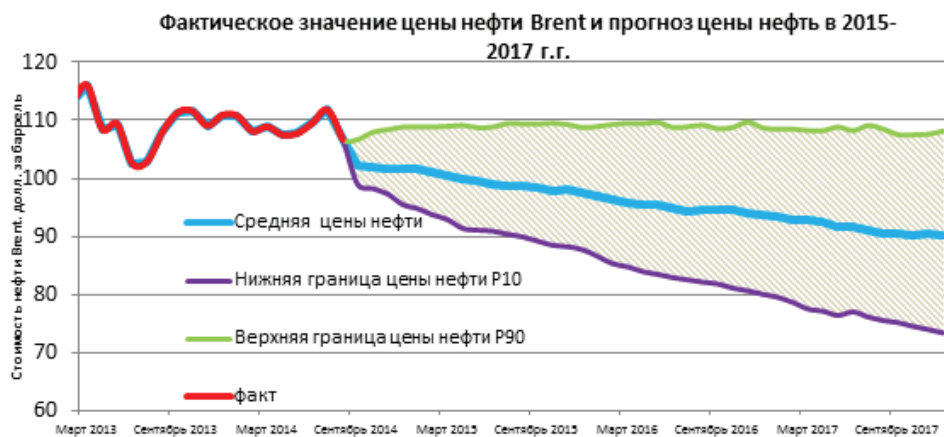


Рисунок 4. Пространство возможных значений стоимости нефти

Стоит также упомянуть, что основная гипотеза исследования такова: цена на нефть в среднем постепенно падает с текущих уровней, со скоростью 1 доллар за баррель в квартал, и на конец периода моделирования медианное значение равно 76 долларов за баррель. Смысл такого предположения состоит в том, чтобы проанализировать движение денежных потоков нефтяной компании при затяжном кризисе и долгосрочном падении цен на нефть и изучить влияние так называемого естественного хеджирования на денежные потоки компании. Изменение вида и формы функции распределения вероятностей цены на нефть наглядно представлены на рисунке 5.

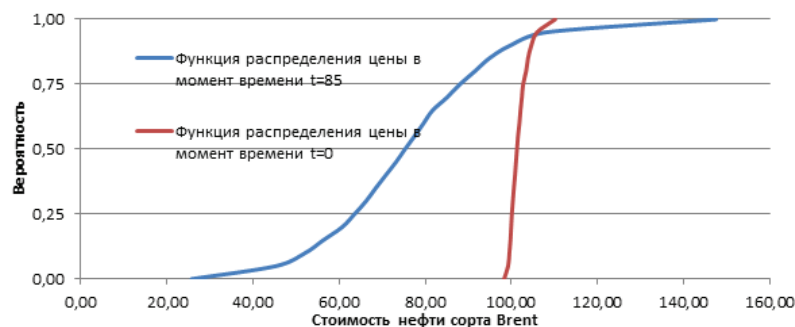


Рисунок 5. Функции распределения вероятностей цен на нефть в начальный и конечный момент моделирования

Вернемся к модели нефтяной компании. Расчет свободного денежного потока в детерминистическом случае производится по следующей формуле (для простоты будем считать, что денежные потоки – как входящие, так и исходящие – относятся к тому же периоду, что и вызвавшие их действия):

$$FCF_i = CF_{sales_i} - CF_{opex_i} - CF_{gaa_i} - CF_{ex.duty_i} - CF_{met_i} - CF_{tax_i} - CF_{capex_i} - CF_{debt_i} \quad (2)$$

где:

$CF_{sales_i}$  – денежный поток от продажи нефти в  $i$ -й период;

$CF_{opex_i}$  – операционные затраты на производство нефти;

$CF_{gaa_i}$  – административные затраты на производство нефти;

$CF_{ex.duty_i}$  – экспортная пошлина на нефть;

$CF_{met_i}$  – налог на добычу полезных ископаемых (далее – НДС);

$CF_{tax_i}$  – прочие налоги (налог на прибыль и пр.);

$CF_{capex_i}$  – инвестиционный денежный поток;

$CF_{debt_i}$  – денежный поток для обслуживания долга (проценты и основной долг).

Расчет свободного денежного потока в вероятностной модели чуть более сложен, он учитывает формулу (2), но тоже не представляет особой трудности, в общем виде он выглядит следующим образом:

$$FCF_i(\xi_i, \psi_i) = CF_{sales_i}(\xi_i, \psi_i) - CF_{opex_i}(\psi_i) - CF_{gaa_i}(\psi_i) - CF_{ex.duty_i}(\xi_i, \psi_i) - CF_{met_i}(\xi_i, \psi_i) - CF_{tax_i}(\xi_i, \psi_i) - CF_{capex_i}(\psi_i) - CF_{debt_i}(\psi_i) \quad (3)$$

Особый интерес для анализа вероятностей дефолта представляют два слагаемых:  $CF_{met_i}(\xi_i, \psi_i)$  и  $CF_{ex.duty_i}(\xi_i, \psi_i)$ , НДС и экспортная пошлина соответственно.

В свою очередь НДС и экспортная пошлина (в детерминистическом случае) являются линейной функцией цены на нефть предыдущих периодов, как это показано на рисунке 6.



Рисунок 6. Зависимость экспортной пошлины от цены на нефть

Экспортная пошлина растет линейно со стоимостью нефти при мировой цене российской нефти более \$15 за баррель. С ростом мировой цены на нефть доля налоговых изъятий прогрессивно растет, при этом механизм формирования экспортной пошлины устроен таким образом, что в момент резкого падения цен на нефть пошлина может быть выше фактического уровня цены на нефть.

Существующий механизм налогообложения нефтяных компаний устроен таким образом, что государство фактически хеджирует финансовый результат нефтяных компаний, изымая до 80% выручки от продаж нефти. Следовательно, основной риск от падения цен на нефть лежит скорее на государстве, но не на нефтяных компаниях.

Для целей получения адекватных результатов оптимизации теперь необходимо разобраться в структуре доходов и расходов. Общее правило гласит: в какой валюте доходы, в такой же валюте должны быть расходы. Но это правило действует тогда, и только тогда, когда нет естественного хеджирования. Напомним, что моделируемая компания является «долларовой» компанией, так как вся выручка привязана к цене на нефть, а она номинирована в долларах<sup>1</sup>.



Рисунок 7. Доля расходов и доходов в зависимости от валюты

Рассмотрим подробнее структуру доходов и расходов (см. рис. 7). Согласно этим данным, расходы в основном рублевые и, следовательно, ослабление рубля будет только на пользу. Однако вопрос касательно структуры долга остается открытым: пусть долг компании  $Y_{debt}$  состоит из рублей (RuR), долларов (USD) и евро (EUR). Как уже упоминалось выше, моделируемая компания имеет достаточно большой долг – показатель долг/Ebitda на начало моделирования составляет 4 и долг является константой на начало моделирования. Поскольку компания действует в России, денежные потоки выражены в рублях и долг компании может быть записан в виде следующей системы:

$$Y_{debt} = \alpha_1 RuR + \alpha_2 Y_{usd\ debt} Fx_{usd \rightarrow rur} + \alpha_3 Y_{eur\ debt} Fx_{eur \rightarrow rur},$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1, \alpha_i \in [0; 1]$$

где  $F_{x^*}$  – курс на момент  $t_0$ .

Таким образом, на момент начала моделирования – на момент начала «кризиса»  $t_0$  – компания может зафиксировать любую структуру долгового портфеля, при этом структура портфеля далее не меняется, а обслуживание долга идет по заранее определенному графику с соответствующими выплатами процентов ежемесячно, в зависимости от валюты<sup>2</sup>.

Конечно, в реальной ситуации выплата процентов происходит ежеквартально, и у заемщика может быть grace period по выплате основного долга (отсрочка погашения тела долга) либо любые другие послабления от кредиторов, однако при решении задачи по оптимизации валютной структур кредитов на настоящем этапе это не рассматривается.

Смысл квантильной оптимизации состоит в том, чтобы перебором выбрать такой первоначальный состав портфеля из заданных валют, который позволял бы достичь максимума (или минимума) заданного параметра, что наглядно иллюстрирует схема, показанная на рисунке 1. Забегая вперед, уточним, что перебор всевозможных комбинаций портфеля производился с шагом 0.1. Таким образом, мы можем сформировать несколько десятков всевозможных векторов (троек)  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$  с нормирующим условием на момент начала моделирования  $\sum_{i=1}^3 \alpha_i = 1$

1. Лирическое отступление для критически настроенного читателя. Действительно, внутренние цены на нефть – формально – устанавливаются в рублях. Однако «рублевыми» цены будут только от 30 до примерно 34–35 дней – с момента установления цен до окончания месяца, на который такие цены устанавливаются.

2. Еще раз напомним, что ставка по кредитам зависит от валюты.

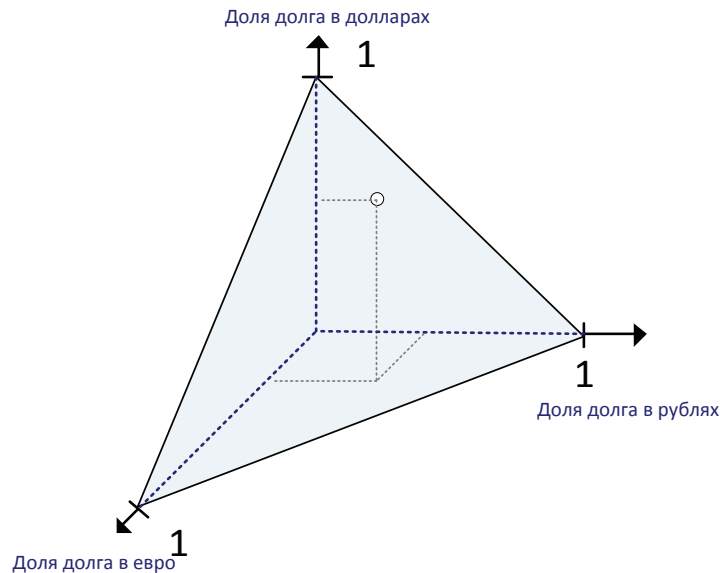


Рисунок 8. Пространство всевозможных решений

Если рассмотреть пространство, в котором базисом выступает тройка векторов – доли задолженности по рублям, долларам и евро, то графически всевозможные наборы долгового портфеля представляют собой грань тетраэдра с вершинами  $(0,0,1)$ ,  $(0,1,0)$ ,  $(1,0,0)$ , это видно из рисунка 8. При этом получаемое решение – это точка, которая лежит на поверхности тетраэдра.

Для того чтобы решить поставленный вопрос, необходимо сформулировать критерии, по которым будет отбираться оптимальная структура долга. В зависимости от сформулированных критериев и будет решаться поставленная задача, которая может звучать так: какую структуру долгового портфеля нужно иметь, чтобы максимизировать стоимость компании во время кризиса и избежать банкротства?

Как можно избежать банкротства? Прежде всего минимизируя вероятность отрицательных потоков компании. Вообще, задача оценки вероятности разорения не нова. Существует большое количество методов оценки вероятности банкротства. Родоначальником в этой области принято считать Эдварда Альтмана, который одним из первых опубликовал работу (Altman, 1968). По данной тематике существует большое количество работ, как посвященным общим вопросам оценки вероятности банкротства, например (Новоселов, 2001; Бородин и Кулакова, 2013), так и ряд узкоспециализированных работ, посвященных исключительно нефтегазовым компаниям России, например (Макеева и Бакурова, 2012; Зубарева и Мурадов, 2006).

Одним из «пожарных» методов снижения вероятности разорения является резкое уменьшение капиталовложений; однако и этот способ имеет свою «цену». Во время кризиса 2008–2009 гг. компании нефтегазового сектора продемонстрировали, что сокращение инвестиционных расходов не проходит бесследно: на восстановление добычи необходимо тратить кратно большие суммы в течение нескольких лет. Обратим внимание на известный факт: нарушение норм отбора нефти, как и резкий рост добычи без соответствующей поддержки пластового давления, может негативно отразиться на будущей добыче: вследствие физических свойств нефтеносных пластов может значительно сократиться общий объем извлекаемой нефти и в конечном итоге резкое сокращение инвестиций может обернуться пирровой победой, когда, сэконобив «сейчас», можно потерять в стоимости компании в результате сокращения запасов и снижения профилей добычи на средне и долгосрочном горизонте.

#### *Критерии оптимизации*

Какие критерии можно применять для оптимизации структуры долга? Как можно описать критерии снижения вероятности банкротства? Можно, например, посчитать самую вероят-



ность (Коротин и др., 2014). А можно разработать критерии и применить их к денежным потокам. Однако критерии могут быть разными и зависят от «риск-аппетита» конкретной компании. Например, компании важно, чтобы бизнес в среднем в текущий момент позволял с достаточным запасом обслуживать долг; при этом компания не хочет принимать во внимание возможные «всплески» и «тяжелые хвосты» распределения. Или, например компания мыслит только средними величинами и не хочет (или не может) принять во внимание многовариантность исходов (условие 1 или условие 4). Третьей компании (видимо, приверженцу теории Талеба (Taleb, 2007)), более важно смотреть на всплески и на формы распределения, минимизируя таким образом вероятность появления «черного лебедя» в отчете о движении денежных средств компании (вариант 2 или вариант 5). Четвертой компании важно, чтобы результат был максимально предсказуемым, т.е. чтобы разброс значений был минимальным (условие 3), и т.д.

Вышеописанные условия–критерии легко формализуются; договоримся только, что рассматриваем кратко-, средне и долгосрочный горизонт планирования.

1. Максимизация математического ожидания свободного денежного потока в рассматриваемый период времени:

$$\begin{cases} M \{FCF_t(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)\} \rightarrow \max t = 12, 24, 48 \\ \alpha_{1,t=0} + \alpha_{2,t=0} + \alpha_{3,t=0} = 1, \alpha_i \in [0; 1], \\ \alpha_{i,t=0} = const, \forall t \in [0; 85]. \end{cases}$$

2. Максимизация 0.1 квантили распределения свободного денежного потока в рассматриваемый период времени:

$$\begin{cases} u_{0.1}(F_{FCF_t(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)}) \rightarrow \max, \\ \alpha_{1,t=0} + \alpha_{2,t=0} + \alpha_{3,t=0} = 1, \alpha_i \in [0; 1], \\ \alpha_{i,t=0} = const, \forall t \in [0; 85]. \end{cases}$$

где  $u_{0.1}$  – квантиль распределения свободного денежного потока в рассматриваемый момент времени уровня 0,1.

3. Минимизация дисперсии свободного денежного потока в:

$$\begin{cases} D \{FCF_t(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)\} \rightarrow \min t = 12, 24, 48 \\ \alpha_{1,t=0} + \alpha_{2,t=0} + \alpha_{3,t=0} = 1, \alpha_i \in [0; 1], \\ \alpha_{i,t=0} = const, \forall t \in [0; 85], \end{cases}$$

где  $D$  – дисперсия свободного денежного потока в рассматриваемый момент времени.

4. Максимизация «среднего значения» денежных средств:

$$\begin{cases} M \left\{ \sum_{j=0}^t FCF_j(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) \right\} \rightarrow \max t = 12, 24, 48 \\ \alpha_{1,t=0} + \alpha_{2,t=0} + \alpha_{3,t=0} = 1, \alpha_i \in [0; 1] \\ \alpha_{i,t=0} = const, \forall t \in [0; 85], \end{cases}$$

где  $FCF_0$  – объем денежных средств и их эквивалентов на балансе компании в начальный момент.

5. Максимизация 0.1 квантили денежных средств:

$$\begin{cases}
 u_{0,1} \left\{ \sum_{j=0}^t FCF_j(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) \right\} \rightarrow \max t = 12, 24, 48 \\
 \alpha_{1,t=0} + \alpha_{2,t=0} + \alpha_{3,t=0} = 1, \alpha_i \in [0; 1], \\
 \alpha_{i,t=0} = const, \forall t \in [0; 85],
 \end{cases}$$

где  $u_{0,1}$  – квантиль распределения денежных средств в рассматриваемый момент времени уровня 0,1.

### Результаты модели

При моделировании авторы использовали численное моделирование на основе пакета Oracle Crystal Ball с модулем стохастической оптимизации. Все слагаемые уравнения (3) являются зависимыми от соответствующих случайных величин, а например слагаемое  $CF_{sales_i}(\xi_i, \psi_i)$  (выручка от продаж) – зависит и от текущего курса рубля, и от стоимости нефти.

Шаг по каждому элементу портфеля составил 0,1 при 10 000 итераций для каждой тройки  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ . Результаты оптимизации портфеля в зависимости от принятых критериев приведены в таблице 1. Напомним, что состав портфеля мы обозначаем в виде вектора  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ , где  $\alpha_1$  – это доля рублей,  $\alpha_2$  – это доля долларов,  $\alpha_3$  обозначает долю евро в рассматриваемом портфеле.

Таблица 1

Результаты расчетов

№	Критерий	t = 12	t = 24	t = 48
1	Максимизация «среднего значения» свободного денежного потока	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(1, 0, 0)
2	Максимизация 0.1 квантили распределение свободного денежного потока	(0, 0.5, 0.5)	(0, 0.6, 0.4)	(0, 0, 1)
3	Минимизация дисперсии свободного денежного потока	(0.2, 0.7, 0.1)	(0.5, 0.5, 0)	(0, 0, 1)
4	Максимизация «среднего значения» денежных средств	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
5	Максимизация 0.1 квантили денежных средств	(0, 0.7, 0.3)	(0, 0.6, 0.4)	(0, 1, 0)

Какой основной вывод можно сделать на основе результатов моделирования? Он таков: ключевое значение для компании, имеющей большой долг, имеет эффективная ставка, по которой обслуживается долг. При этом в начальный период валюта заимствования не так важна, а для минимизации рисков кассового разрыва можно скомбинировать несколько валют (см. портфель по «Варианту 2» через 12 месяцев). Таким образом, в начальную фазу кризиса (первые 12 месяцев) эффект от естественного хеджирования (см. рис. 9) довольно слабый и не будет компенсировать разность ставок.

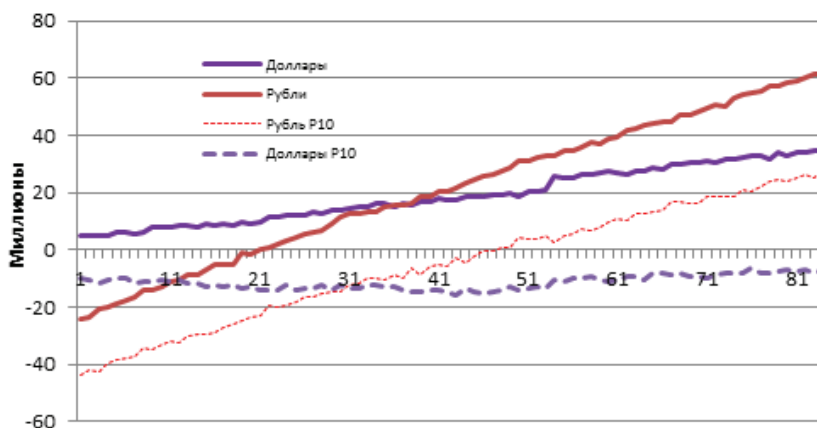


Рисунок 9. Свободный денежный поток в зависимости от долгового портфеля

Однако, начиная со среднесрочного периода, эффект от девальвации, связанной с падением цен на нефть, начинает работать на пользу нефтяной компании; соответственно, необходимо рассматривать варианты рефинансирования валютного долга в рублевый и активно пользоваться естественным хеджированием. С определенного момента, а этот момент наступает где-то с 30-го месяца, заимствования в валюте рискованнее рублей, это наглядно видно на рисунке 4, поскольку:

$$u_{0,1}(F_{FCF_{30}(0,1,0)}) < u_{0,1}(F_{FCF_{30}(1,0,0)})$$

где  $u_{0,1}$  – соответствующие квантили распределений.

Иными словами, начиная с 30-го месяца, вероятность кассового разрыва при долларовом портфеле выше, чем вероятность кассового разрыва при полностью рублевом портфеле.

Все вышеизложенное верно и на среднесрочном горизонте планирования, однако планирование на такой горизонт имеет смысл, если в текущий момент времени  $t = 0$ , платежи по кредитам производятся регулярно и в срок, без нарушений графика платежей, с минимальной вероятностью дефолта (см. рис. 10).

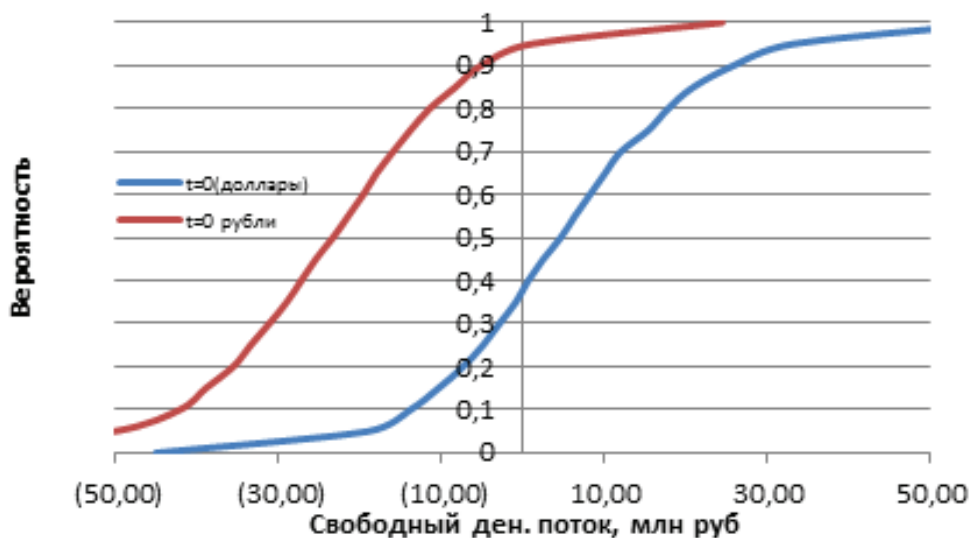


Рисунок 10. Функция распределения вероятности свободного денежного потока для двух портфелей в начальный период времени

Вероятностные вычисления в начальный момент времени показывают, что изменять валюту заимствования с долларов на рубли – в начальный момент кризиса – очень рискованная позиция. Без средств на балансе такая стратегия с вероятностью, близкой к 1, приведет к отрицательному денежному потоку. (см. рис. 10) Это связано с большей ставкой в рублях. Однако стоит отметить и тот факт, что долларовый долг тоже полностью не спасает, вероятность дефицита потока в начальный момент времени около 0.4.

## Заключение

Подводя итоги моделирования денежных потоков нефтяной компании, можно сказать, что краткосрочные колебания цен на нефть не являются критическими событиями, а текущий дефицит может быть покрыт из средств на балансе – «подушки ликвидности» (которая, правда, должна быть создана до момента кризиса). Кроме того, смягчает воздействие тот факт, что в случае снижения стоимости сырья повышается курс рубля к доллару, компенсируя потери денежного потока.

Для минимизации вероятности дефолта необходимо иметь минимальный запас ликвидности для покрытия локального дефицита потока либо иметь гарантированные кредитные линии в банках для подобных случаев.

В качестве подтверждения последнего вывода хочется привести статистику по привлечению корпоративного долга (Anankina, 2014), согласно которой рынок рублевых облигаций во II

квартале 2014 г. по сравнению со II кварталом 2013 г. сократился практически в 6 раз, выпуска еврооблигаций не было, а синдицированного кредитования не было вообще, что означало фактическое закрытие рынков капитала для российских компаний и заставило российские нефтегазовые компании использовать собственные средства для обслуживания текущих потребностей для обслуживания долга.

Отдельной задачей является оценка эффекта влияния хеджирования цены нефти на результаты компании. В этом случае происходит разрыв связи «нефть – рубль», и, как это ни парадоксально звучит, полное (т.е. в объеме около 16% от экспортных поставок) хеджирование цены нефти только увеличивает риски компании. Более подробно вопрос эффективности хеджирования и выбора оптимального портфеля валют и эффект от выбора валют авторы планируют рассмотреть в следующих публикациях.

При незначительных модификациях модель можно использовать практически для любой добывающей компании. С помощью такой модели можно решать широкий круг задач: стресстестирование кредитоспособности фирмы, оценка вероятности дефолта крупного заемщика или проекта, моделирование стоимости сырьевой компании, и т.п.

### Список литературы

1. Бородин А.И., Кулакова И.С. Математическое моделирование процессов финансовой устойчивости предприятия в условиях рисков // Журнал исследований социальной политики. 2013.
2. Веб-сайт Центрального банка Российской Федерации. URL: <http://www.cbr.ru> (дата обращения: 03.11.2014).
3. Веб-сайт U.S. Energy Information Administration. URL: (<http://www.eia.gov/petroleum>) (дата обращения: 03.11.2014).
4. Григорьев П.В., Кан Ю.С. Оптимальное управление по квантильному критерию портфелем ценных бумаг // Автоматика и телемеханика. 2004. Вып. 2. С. 179–197.
5. Зубарева В.Д., Мурадов Д.А. Анализ использования различных подходов к оценке степени банкротства компании. // Нефть, газ и бизнес. 2006. № 7. С. 35–39.
6. Коротин В.Ю., Ульченков А.М., Исламов Р.Т. Оценка вероятности дефолта нефтяной компании // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2014. № 11. С. 10–18.
7. Макеева Е.Ю., Бакурова А.О. Прогнозирование банкротства компаний нефтегазового сектора с использованием нейросетей // Корпоративные финансы. 2012. № 3(23). С. 22–30.
8. Новоселов А.А. Математическое моделирование финансовых рисков. Теория измерения. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН. 2001. – 102 с.
9. Синявская О.А. Модели и методики многокритериальной портфельной оптимизации // Аудит и финансовый анализ. 2007. № 1. С. 418–427.
10. Справочник аналитика ОАО НК ЛУКОЙЛ. URL: <http://www.lukoil.ru/static.asp?id=133> (дата обращения: 03.11.2014).
11. Справочник аналитика ОАО НК Башнефть. URL: [http://www.bashneft.ru/files/iblock/ce8/Databook\\_2Q\\_2014\\_MULTI\\_RUS.xlsx](http://www.bashneft.ru/files/iblock/ce8/Databook_2Q_2014_MULTI_RUS.xlsx) (дата обращения: 03.11.2014).
12. Anankina, E. (2014), S&P view on the Russian Oil and Gas Industry, June 2014.
13. Altman, E.I. (1968), Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy, Journal of Finance, 22 (1968).
14. Dupačová, J., (1999), Portfolio Optimization via Stochastic Programming: Method of Output Analysis, Math. Meth. Oper. Res, 50 (1999), 245–270.
15. Islamov, R., Korotin, V., Petrov, D. (2003), Probabilistic Risk Assessment – Uncertainty

Analysis. Report for US NRC. IBRAE RAS, 2003.

16. Kataoka S. (1963), On a Stochastic Programming Model, *Econometrica*, 31 (1963) 181–196.
17. Markowitz, H. (1952), Portfolio Selection, *Journal of Finance*, 7 (1952) 77–91.
18. Taleb, N.N. (2007), *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. New York: Random House.