

## РЕИНЖИНИРИНГ СИСТЕМ ФИНАНСОВЫХ ОПЕРАЦИЙ

**М.Ф. ТУБОЛЬЦЕВ**

Белгородский  
государственный  
университет

e-mail:  
[tuboltsev@bsu.edu.ru](mailto:tuboltsev@bsu.edu.ru)

Изложена новая методика реструктуризации совокупностей (систем) финансовых операций, позволяющая унифицировать необходимые расчеты, учитывающая все основные системные факторы и обобщающая известный принцип эквивалентного изменения платежей. Унифицированная методика реструктуризации (реинжиниринга) совокупностей финансовых операций базируется на системной методике агрегирования, с помощью которой понятие доходности финансовой операции распространяется на системы финансовых операций. Принцип эквивалентного изменения платежей заменяется принципом эквивалентного изменения финансовых операций или систем финансовых операций.

Ключевые слова: финансовая операция, финансовые системы, методика агрегирования финансовых операций, реструктуризация финансовых операций, принцип эквивалентного изменения платежей, принцип эквивалентного изменения финансовых систем, реинжиниринг финансовых систем.

Вопросы реструктуризации совокупностей финансовых операций приобретают все большее значение и в теории, и на практике. Большое число задач финансовой математики, связанных с реструктуризацией и консолидацией платежей, не могут быть решены с помощью методов стохастической финансовой математики, потому что они предназначены для решения совсем других задач<sup>1</sup>. Анализ небольших совокупностей финансовых операций требует разработки более адекватных – системных методик исследования. Недостаточность статистических методов проявляется, прежде всего, в игнорировании проблемы хронологии финансовых операций<sup>2</sup>.

Смысл данной проблемы в том, что агрегированная доходность совокупности финансовых операций зависит не только от параметров каждой операции, но и в значительной степени определяется взаимным расположением этих операций на оси времени. Произвольную совокупность финансовых операций можно рассматривать как нейтральный комплекс и осуществлять агрегирование тех или иных показателей на основе статистического подхода<sup>3</sup>. Для агрегирования (усреднения) процентных ставок, например, в краткосрочных кредитных операциях, можно использовать методику линейного взвешивания<sup>4</sup>:

$$r_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N K_i T_i r_i}{\sum_{i=1}^N K_i T_i}, \quad (1)$$

где  $N$  – число кредитных операций,  $K_i$  – величина кредита,  $T_i$  – продолжительность кредита, а  $r_i$  – процентная ставка по кредиту с номером  $i$  соответственно. Такая методика ничем не плоха, за исключением одного: она не адекватна, плохо отражает реальность.

В качестве примера рассмотрим две краткосрочные (сроком 1 год) кредитные операции со следующими параметрами:  $K_1=10$ ,  $r_1=40\%$ ,  $T_1=1$ ,  $K_2=14$ ,  $r_2=20\%$ ,  $T_2=1$ . Усреднение по формуле (1) позволяет дать приближенное значение агрегированного показателя доходности:  $r_{cp}=28.33\%$ . Процентные ставки  $r_1$  и  $r_2$  можно интерпретировать как показатели доходности независимо от того, простые они или сложные, поскольку продолжительность кредитов равна базовому периоду. Предположим, что кредитные

<sup>1</sup> Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. Т. 1,2. – М.: Фазис, 1998.

<sup>2</sup> Зубова Р.И., Тубольцев М.Ф. Проблема хронологии в статистике краткосрочного кредита. // Вопросы статистики. – 2000. – № 2.

<sup>3</sup> Богданов А.А. Тектология (Всеобщая организационная наука): В 2 кн. – М.: Экономика, 1989.

<sup>4</sup> Мелкумов Я.С. Теоретическое и практическое пособие по финансовым вычислениям. – М.: ИНФРА-М, 1996.



операции выполняются на одном базовом периоде параллельно, образуя нейтральный комплекс. На начальный капитал  $K=24$  в конце года будут выплачены проценты  $I=10?0.4+14?0.2=6.8$ , и это дает процентную ставку по агрегированной кредитной операции, равную  $r_{cp} \approx 28.33\%$ . Обе кредитные операции можно выполнять и последовательно, вложив полученные из первой кредитной операции средства во вторую. Тогда имеем одну агрегированную кредитную операцию сроком в два базовых периода с начальным капиталом 10 и возвращенной наращенной суммой 16.8. Агрегированный показатель доходности в данном случае вычисляется как эффективный процент  $r_{ef}$  агрегированной кредитной операции:

$$r_{cp} = r_{ef} = \left( \frac{S}{K} \right)^{\frac{1}{T}} - 1, \quad (2)$$

что при подстановке дает  $r_{cp} \approx 0.2961$ , т.е. 29.61%. Разница весьма значительна, составляет более 1% и не может быть следствием ошибок. Ее можно истолковать только как проявление положительного синергетического эффекта, связанного с образованием из отдельных кредитных операций (из нейтрального комплекса) финансовой системы с новой, эффективной структурой. Вложение средств, полученных из одной кредитной операции, в другую полностью и без задержки стало причиной положительного синергетического эффекта. Следует отметить ту важную роль, которую играет хронологическая последовательность финансовых операций, их привязка к временной шкале. Тем самым выявляется важный фактор образования финансовых систем: хронология операций.

Необходимо также отметить, что при образовании из отдельных кредитных операций финансовой системы с неэффективной структурой синергетический эффект может быть отрицательным. Пусть сначала выполняется вторая кредитная операция, а за ней – первая. Вычисляя агрегированный показатель доходности как уровень внутренней доходности полученного финансового потока, получим  $r_{cp} \approx 0.272$ , т.е. 27.2%, что меньше, чем у нейтрального комплекса. Эта разница, более чем в 1%, не может быть следствием ошибок – это отрицательный синергетический эффект. Это дает все основания для теоретического рассмотрения задачи разработки системной методики реструктуризации.

#### *Теоретический анализ*

Переходя к математическим аспектам проблемы, нужно точнее сформулировать ограничения и требования к системной методике агрегирования показателей доходности финансовых операций, следующие из анализа предметной области<sup>5</sup>. С точки зрения системного анализа методика, основанная на любом линейном алгоритме усреднения (агрегирования) показателей доходности, обладает неустранимым недостатком: невозможностью выявления и измерения синергетического эффекта и не может быть признана системной. В этом главный и неустранимый недостаток с позиций системного подхода всех статистических методик линейного взвешивания.

Системная методика агрегирования показателей доходности для финансовых систем основана на решении нелинейного уравнения<sup>6</sup>:

$$\sum_{i=1}^N F_i(V) V^{t_i - t_0} = 0, \quad (3)$$

<sup>5</sup> Зубова Р.И., Тубольцев М.Ф. Регулярная методика агрегирования показателей доходности краткосрочных кредитных операций // Вопросы статистики. – 2000. – № 11.

<sup>6</sup> Тубольцев М.Ф. Системная методика агрегирования показателей доходности в финансовых операциях // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Системный анализ в экономике и управлении». – Таганрог: Изд-во ТРТУ. – 2005. – №8(52). – С.94-98.

где  $F_i(V)$  – функция потока финансовой операции с номером  $i$ ,  $t_i$  – дата начала финансовой операции с номером  $i$ ,  $t_0$  – некоторая произвольная дата, предшествующая датам начала финансовых операций. Функция потока для каждой из операций определяется как дисконтированная на момент начала соответствующего потока сумма его элементов с учетом их знака. Она является нелинейной функцией множителя дисконтирования  $V$ , область изменения которого – интервал  $(0,1)$ . Разность  $t_i - t_0$  выражена через базовый период. Можно показать, что выбор  $t_0$  не влияет на корни уравнения (3). Сам агрегированный показатель доходности  $r^*$  находится по корню  $V^*$  уравнения (3) с помощью соотношения:

$$r^* = \frac{1}{V^*} - 1. \quad (4)$$

Таким образом, методика агрегирования, основанная на решении уравнения (3), всегда является нелинейной. Именно это и дает возможность выявлять и количественно оценивать синергетический эффект финансовой системы. Данная методика позволяет учитывать дополнительный фактор образования финансовой системы – хронологию, поскольку в уравнение (3) явным образом входят даты начала финансовых операций.

Основное требование к финансовой системе: наличие единственного уровня внутренней доходности равносильно тому, что уравнение (3) имеет единственный корень. Таким образом, факт образования финансовой системы некоторой совокупностью финансовых операций требуется математически строго доказывать. Бездоказательно декларировать наличие финансовой системы нельзя.

Рассмотренная выше методика не линейна и, как следствие, более сложна. Насколько целесообразно ее использовать? Прежде всего, ответ состоит в том, что этим достигается намного более точное и адекватное описание реальности; что особенно важно и ценно в экономике и финансах, где модели сложны, а возможности эксперимента весьма ограничены. В финансах это позволяет использовать мощный потенциал эвристик, заложенных в системных методиках. По-новому могут быть рассмотрены хорошо известные задачи консолидации и реструктуризации. В банковском менеджменте просматриваются принципиально новые методики и критерии оценки эффективности управления финансовыми активами и т.п. Однако за это приходится платить усложнением математического расчетного аппарата, а главное – отказом от привычного линейного образа мыслей. Тем не менее, видимо, это следует делать, поскольку альтернатив системному подходу в науке практически нет. К тому же, при современном уровне развития вычислительной техники, практическая реализация системных методик не вызывает затруднений.

#### *Результаты исследования*

Можно указать, по крайней мере, один круг задач анализа финансовых операций, современные методики решения которых трудно признать удовлетворительными. Это задачи эквивалентного изменения условий контрактов. В современной трактовке нет даже единого подхода к решению этой задачи. Наиболее проработанной считается задача эквивалентной замены платежей, к которой сводятся многие задачи реструктуризации и консолидации финансовых операций. Задача эквивалентной замены платежей решается на основе уравнения эквивалентности<sup>7</sup>. Пусть  $\{S_i\}$ ,  $i=1, \dots, n$  некоторая последовательность платежей, которая должна быть осуществлена в будущем, а  $\{P_j\}$ ,  $j=1, \dots, m$  другая последовательность платежей, которой предполагается заменить первую. Согласно современному критерию эквивалентности платежей вторая последовательность должна быть такой, что выполняется условие:

<sup>7</sup> Четыркин Е.М. Методы финансовых и коммерческих расчетов. – М.: Дело, 1995.



$$\sum_{i=1}^n S^d_i = \sum_{j=1}^m P^d_j, \quad (5)$$

где верхние значки  $d$  означают дисконтирование соответствующих платежей на некоторый, достаточно произвольно выбираемый момент времени. Сразу же возникает ряд вопросов. По какой ставке осуществлять дисконтирование? Даже если тип ставки определен характером задачи, как задать ее значение? Как выбирать, на какой момент времени осуществлять дисконтирование? Влияет ли выбор момента времени на другие параметры, и каково это влияние? Как влияет на искомые параметры замены отсутствие части информации об уже сделанных платежах? Какое влияние на решение оказывает игнорирование показателя доходности?

Анализ уравнения эквивалентности (5) показывает: дисконтирование корректно только на основе сложных ставок (процентов и учетных), иначе выбор момента дисконтирования влияет на искомые параметры. Выбор ставки дисконтирования всегда трудно обосновать, и он часто произволен. Игнорирование части информации о платежах и доходностях снижает качество решения.

Рассмотрим пример, иллюстрирующий часть проблем. Пусть в начале года заемщик получил два кредита: первый на полгода в размере 100000 рублей, а второй на три квартала в размере 400000. В расчетах использовалась простая процентная ставка  $r=10\%$ . Впоследствии было решено заменить два платежа по кредитам одним в конце года. Определить размер консолидированного платежа.

Решение. Необходимо возратить в конце полугодия сумму 105000 рублей, а в конце третьего квартала – 430000 рублей. Стандартный способ решения задач о консолидации платежей состоит в приравнивании дисконтированных сумм будущих платежей. Покажем, что при дисконтировании с использованием простых процентных ставок размер консолидированного платежа зависит от того момента времени, когда принималось решение о консолидации платежей и их отсрочке. Пусть решение принимается в конце первого полугодия. Тогда это время первого платежа, второй платеж должен последовать через квартал (0.25 года), а объединенный платеж – через полгода (0.5 года). Размер консолидированного платежа  $S$  находится из условия эквивалентности:

$$\frac{S}{1 + 0.1 * 0.5} = 105000 + \frac{430000}{1 + 0.1 * 0.25}.$$

Получаем после округления:  $S=550738$ . Если же решение об объединении платежей принималось, например, в конце первого квартала, то платежи по кредитам следуют через квартал (0.25 года) и полугодие (0.5 года), а время консолидированного платежа наступит через три квартала (0.75 года). Тогда условие эквивалентности платежей будет иметь вид:

$$\frac{S}{1 + 0.1 * 0.75} = \frac{105000}{1 + 0.1 * 0.25} + \frac{430000}{1 + 0.1 * 0.5}.$$

После округления получаем размер объединенного платежа  $S=550360$ . Как видно, имеющееся различие нельзя объяснить ошибками вычислений, поскольку разность значений составляет 378, что значительно превышает погрешности округления. Аналогичные результаты получаются, если для дисконтирования использовать простые учетные ставки. Пусть при расчете консолидированного платежа использовалась не простая процентная ставка, по которой вычислялись сами платежи по кредитам, а простая учетная ставка  $d=10\%$ . Тогда в первом случае условие эквивалентности платежей имеет вид:  $S(1 - 0.1 * 0.5) = 105000 + 430000(1 - 0.1 * 0.25)$ . Откуда получаем:  $S=551842$ . Во втором случае условие эквивалентности выглядит так:

$S(1 - 0.1 * 0.75) = 105000(1 - 0.1 * 0.5) + 430000(1 - 0.1 * 0.25)$ . В этом случае уже  $S=552297$  и разность составляет 456.

Проблему выбора момента дисконтирования можно решить, если использовать только сложные процентные ставки (или, что равносильно, сложную учетную ставку). Но, что делать, если бы кредиты выдавались по разным процентным ставкам? Пусть, например, первый кредит выдан с использованием простой процентной ставки 20%, а второй – 16%. Какую из них или еще какую-то другую нужно использовать для дисконтирования? Обоснованного ответа на этот вопрос нельзя получить, используя современные детерминированные или стохастические модели.

Ответ можно получить, только используя системный подход (если, разумеется, финансовые операции образуют систему). Его сущность в том, что используется вся информация, как о будущих платежах, так и уже осуществленных. Любое изменение параметров одной или нескольких финансовых операций рассматривается как реинжиниринг финансовой системы (т.е. любые задачи по изменению условий финансовых операций рассматриваются единообразно). С системных позиций пересмотрено условие эквивалентности финансовых контрактов и заменено условием эквивалентности финансовых систем.

Применим системный подход к решению несколько измененного с целью большей убедительности предыдущего примера. Пусть в первом кредите использовалась простая процентная ставка 20%, а во втором – 16%. Существующие методики консолидации платежей рекомендуют (для краткосрочных кредитов) вычислить среднюю процентную ставку по формуле (1) и применить ее для дисконтирования. Но и тут остается невыясненным одно обстоятельство: как поступать, если ставки разного типа (простая и сложная, например). Системный подход позволяет не задумываться над такими несущественными деталями, являясь «индустриальным» методом, он собирает большой круг разрозненных (как казалось) задач под «крышей» реинжиниринга финансовых операций и решает их единообразно.

Переходя к решению примера, сначала найдем доходность системы из двух кредитов. Через полгода по первому кредиту (ставка 20%) требуется вернуть 110000, а по второму (ставка 16%) через три квартала – 448000. Определяем сначала множитель дисконтирования  $V^*$  как корень уравнения:

$$500000 - 110000V^{\frac{1}{2}} - 448000V^{\frac{3}{4}} = 0.$$

Получаем  $V^* = 0.854873$ , и по формуле (4)  $r^* = 16.98\%$ . Теперь используем системную доходность для эквивалентного изменения (консолидирования) платежей. Потребуем, чтобы после изменения доходность системы осталась прежней, тогда:  $500000 - SV^* = 0$  и получаем  $S = 584882$ . Решение выглядит (и на самом деле таковым является) вполне логичным: сначала нашли доходность системы, а затем эквивалентным образом систему изменили. Логика решения не изменилась бы, например, если по каждому из кредитов часть сумм была бы выплачена, а в конце года нужно было заплатить остаток. Нет также никаких ограничений на то, по каким ставкам производился расчет возвращаемых по кредитам сумм, использовались ли при этом однотипные процентные ставки и т.п. Вообще трудно найти какие-либо ограничения, кроме одного, эта методика может применяться только к финансовым системам.

В общем случае произвольных финансовых систем эквивалентность исходной системы и системы, полученной в результате реинжиниринга исходной системы, означает сохранение системной доходности. Реинжиниринг финансовой системы осуществляется путем согласованного изменения параметров системы на основе следующих соотношений:



$$\begin{cases} F(V^*) = 0 \\ F_R(V^*) = 0 \end{cases} \quad (6)$$

где  $F(V)$  – функция агрегированного потока совокупности кредитных операций, составляющих исходную систему,  $F_R(V)$  – функция агрегированного потока совокупности кредитных операций, составляющих систему после реинжиниринга. Покажем, что условие эквивалентного изменения платежей может быть получено из уравнений реинжиниринга. Пусть система состоит из единственной финансовой операции с потоком  $\{(t_i, C_i)\}$ ,  $i=1, \dots, N$ , и часть элементов потока до номера  $N-n$  остается без изменений, а оставшаяся часть, начиная с номера  $N-n+1$  и до конца потока, заменяется, эквивалентным образом, потоком  $\{(t_j, P_j)\}$ ,  $j=1, \dots, m$ . Уравнения реинжиниринга будут иметь вид:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{N-n} C_i V^{t_i - t_0} + \sum_{i=N-n+1}^N C_i V^{t_i - t_0} = 0 \\ \sum_{i=1}^{N-n} C_i V^{t_i - t_0} + \sum_{j=1}^m P_j V^{t_j - t_0} = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Вычитая из первого уравнения (7) второе и осуществляя во второй сумме первого уравнения замену  $S_i = C_{i+N-n}$  и пределов суммирования, получаем:

$$\sum_{i=1}^n S_i V^{t_i - t_0} - \sum_{j=1}^m P_j V^{t_j - t_0} = 0. \quad (8)$$

Но соотношения (5) и (8) с точностью до обозначений алгебраически эквивалентны. Таким образом, уравнение эквивалентной замены платежей является логическим следствием уравнений реинжиниринга.

Оценивая системный подход в анализе финансовых операций, следует отметить, что было бы ошибкой применять уравнения (6) чисто формально, не заботясь о предпосылках. Сами уравнения реинжиниринга в замкнутой форме (в отличие от уравнения эквивалентности, требующего априорного задания ставки дисконтирования) позволяют решить большинство задач реструктуризации финансовых операций в рамках детерминированных моделей.

В рамках данного исследования сделана попытка применения к задачам реструктуризации финансовых операций новых системных методов. Показано, что введение в рассмотрение финансовых систем целесообразно с практической точки зрения, поскольку позволяет дать единый подход к решению большого числа разрозненных задач реструктуризации финансовых операций, например, к задачам консолидации платежей и их эквивалентной замены. Эти и другие (здесь можно добавить задачи пролонгации операций) задачи изменения условий финансовых операций получают общую для всех методику решения в замкнутой форме с помощью системного метода реинжиниринга финансовых операций, основанного на решении уравнений (3.2). Показано, что эти уравнения имеют не только практическое, но и теоретическое значение, поскольку позволяют обосновать логически известные ранее полумэмпирические методы типа уравнения эквивалентной замены платежей.

Полученные результаты могут представлять интерес как для решения практических задач расчета параметров систем финансовых операций, так и, в теоретическом плане, для разработки новых методов их анализа.

## REENGINEERING OF SYSTEMS OF FINANCIAL BUSINESS



M.F.TUBOLTSEV

*Belgorod State University*

*e-mail:*

[tuboltsev@bsu.edu.ru](mailto:tuboltsev@bsu.edu.ru)

Stated new strategy an реструктуризации of collections (the systems) of financial businesses, allowing unify the necessary(required) calculation(reckoning;payment), учитывающая all main(basic) system factor, and обобщающая known(famous) principle of equivalent change(modification) the payment transactions. Unified strategy an реструктуризации (reengineering) of collections of financial businesses is based on(upon;in;to;for;at;per;for) system strategy агрегирования, by means of which(who) notion(concept) доходности financial business spreads on(upon;in;to;for;at;per;for) systems of financial businesses. Principle of equivalent change(modification) the payment transactions is changed(replaced;substituted) the principle of equivalent change(modification) the financial businesses of systems of financial businesses.

Keywords: financial business, financial systems, strategy of агрегирования financial businesses, реструктуризация financial businesses, principle of equivalent change(modification) the payment transactions, principle of equivalent change(modification) the financial systems, reengineering of financial systems.

