

УДК 338.2

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЯ НЕПРИБЫЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ИЗ КОМПАНИИ

Горошникова Т. А.¹

*(Учреждение Российской академии наук
Институт проблем управления РАН, Москва)*

Статья является продолжением работы по разработке практической методики анализа реструктуризации компании с точки зрения максимизации стоимости компании методом дисконтированных будущих потоков. Предложенные оптимизационные модели анализа эффективности слияний и поглощений опубликованы в [4].

Ключевые слова: разделение компании, продажа предприятия, оптимизационно-имитационный подход, оценка стоимости компании, метод «ветвей и границ», динамическое программирование.

1. Введение

Одна из возможностей, позволяющая компании добиться желаемых перспектив – улучшить свои позиции на рынке, преодолеть возможные финансовые трудности, увеличить стоимость компании – операция разделения компании, т.е. образование двух или более независимых компаний или продажа части компании. С юридической точки зрения разделение допустимая законодательством форма реорганизации предприятия, в результате которой компания утрачивает государственную регистрацию и на ее основе создаются новые юридические лица в количестве два и более. Все права и обязательства реорганизуемого

¹ Татьяна Аркадьевна Горошникова, научный сотрудник (tagora@list.ru).

юридического лица переходят к вновь создаваемым компаниям. Продажа предприятия чаще всего осуществляется путём отчуждения контрольного пакета акций или иного долевого участия в уставном фонде юридических лиц, произошедшие изменения регистрируются в государственных органах. Продажа долевого участия не всегда возможна по ряду причин, в этом случае применяется схема реорганизации всех важных договоров и объектов права собственности предприятия на нового собственника.

2. Общая постановка задачи удаления предприятия из группы

Задача по разделению группы – задача управления для принятия решения о перспективных возможностях на заданном отрезке времени. Как математическая задача, она допускает множество различных процедур решений, с последующим выбором из возможного множества решений лучшего по совокупности критериев их сравнения. Основные критерии оптимальности – *максимизация дисконтированного дохода*.

Разработка программы развития компании при разделении включает ряд предварительных этапов, связанных с анализом предприятий, для выявления:

- малоприбыльных предприятий, удаление которых возможно только при учете того, не является ли их деятельность жизненно необходимой для функционирования других предприятий компании;
- предприятий, варианты развития которых не вписываются в стратегический план развития компании;
- предприятий, подверженных высокому риску;
- предприятий, которые возможно будут более прибыльными как самостоятельные компании;

т. е. определяется множество предприятий Y , удовлетворяющих перечисленным признакам, производится оценка их стоимости (для возможной продажи). Разрабатывается множество вариантов развития каждого предприятия, отличающиеся дисконтированным доходом, объемами собственных и заемных средств, необходимых для финансирования. Формируются варианты развития группы, каждый из которых представляет комбинацию

вариантов предприятий без включения одного из предприятий $y \in Y$. Задача состоит в выборе оптимальной комбинации вариантов предприятий. Необходимо отметить, что при формировании вариантов развития группы все взаимозависимые проекты объединяются в один проект.

Поскольку множество Y составлено по условиям задачи таким образом, что в него входят не только малоприбыльные предприятия, т. е. нужно выбрать, какое предприятие удалить – малоприбыльное, высоко рисковое или не вписывающееся в стратегический план, то в качестве критерия используется PV (дисконтированный доход). В данном случае важно, что нулевое или даже отрицательное значение PV свидетельствует не об убыточности проекта как такового, а лишь об его убыточности при использовании данной ставки дисконтирования. Тот же проект, реализованный при инвестировании более дешевого капитала или с меньшей требуемой доходностью, может дать положительное значение приведенного дохода.

Предполагается, что в состав холдинга входит I предприятий. Для каждого разработано K_i вариантов развития. Определено множество Y предприятий для возможного удаления из группы, произведена оценка их стоимости P_i , и задача состоит в выборе удаления одного из предприятий холдинга по установленному критерию максимизации дисконтированного дохода группы.

Далее для выбора удаления одного предприятия из группы задача формализуется в виде задачи математического программирования:

найти значения переменных Z_{ik} , $A_{ik}(t)$, $K^+_{ik}(t)$ и $K^-_{ik}(t)$, P_i , доставляющие экстремум выбранному критерию $F(PV_{ik}, P_i) \rightarrow \text{extr}$, при выполнении множества аналитически и алгоритмически задаваемых ограничений и условий,

где $Z_{ik} \in \{0, 1\}$; $Z_{ik} = 1$, если в вариант развития группы включается k -вариант i -го предприятия, и $Z_{ik} = 0$ в противном случае;

$A_{ik}(t)$ – собственные средства i -го предприятия при реализации k -варианта развития;

$K^+_{ik}(t)$ и $K^-_{ik}(t)$ – объемы привлечения и погашения заемных

средств финансирования при реализации k -вариантом развития i -го предприятия;

P_i – рыночная стоимость i -го предприятия для возможной продажи;

величины $A_{ik}(t)$, $K^+_{ik}(t)$ и $K^-_{ik}(t)$, необходимы для вычисления величины денежного потока $CF(t)$;

$i = \overline{1, I}$ – индекс предприятия; $k = \overline{1, K_i}$ – индекс варианта развития предприятия;

Доход i -го предприятия при реализации k -варианта развития:

$$PV_{ik} = \sum_{t=1}^T \frac{CF(t)}{(1+E)^t}.$$

В качестве функционала $F(^{\circ})$ выступает показатель чистого дисконтированного дохода группы; $t = \overline{1, T}$ – горизонт планирования; E – ставка дисконтирования:

$$(1) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^{K_i} PV_{ik} \cdot Z_{ik} \rightarrow \max$$

при ограничениях:

$$(2) \quad \sum_{k=1}^{K_i} Z_{ik} \leq 1, \quad i = \overline{1, I},$$

на удаление предприятия из группы:

$$(3) \quad \sum_i \sum_k Z_{ik} = I - 1.$$

Множество алгоритмически задаваемых ограничений обязательно включает условие обеспечения финансовой реализуемости, требования к соблюдению условий привлечения, погашения и обслуживания внешних финансовых средств, требования к значениям финансовых и экономических показателей эффективности программы. Практическое решение описанной задачи о целесообразности выделения предприятия из состава компаний в виде единой задачи математического программирования с непрерывными и целочисленными переменными (которые отражают финансовые потоки, факт выделения отдельного предприятия, технологические и финансово-экономические связи) затруднено, так же как и решение задачи о слиянии/поглощении [5]. Основной проблемой является наличие алгоритмически

задаваемых условий, не поддающихся описанию посредством аналитических функций и не позволяющих решать задачу путем использования только оптимизационной модели. Решение задачи по сути не отличается от приведенного ранее подхода и получается на основе построения комплексов взаимосвязанных оптимизационных, имитационных и расчетных моделей и процедур по формированию, выбору и согласованию плановых решений [4].

Согласованность функционирования предприятий группы предполагает появление эффектов от удаления одного «элемента», эффекты могут быть как положительными, так и отрицательными. Для достижения положительных эффектов в выбранном варианте группы необходимо добиться восстановления возможных разорванных цепочек производственных или финансовых процессов, между предприятиями в группе.

Необходимо отметить, что размерность задачи увеличивается при большом количестве рассматриваемых вариантов. Для решения задачи большой размерности предлагается использовать специальные методы, позволяющие организовать направленный перебор множества вариантов, позволяющий значительно сократить число шагов в алгоритмах полного перебора всех комбинаций. Для частных случаев разработаны алгоритмы, основанные на направленном переборе и методе динамического программирования.

Рассмотрим задачу о выделении предприятия из группы по критерию максимизации PV при ограничении на общее финансирование и при учете ограничений (2)–(3), т. е. задачу вида:

$$(4) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^{K_i} NPV_{ik} \cdot Z_{ik} \rightarrow \max$$

$$(5) \quad \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^{K_i} A_{ik} \cdot Z_{ik} \leq R;$$

где A_{ik} – выделенные средства на реализацию k -варианта i -го предприятия;

Решения задачи начинается с рассмотрения максимальных элементов в каждой строке матрицы $|NPV_{ik}|$ и проверки условия (5) для соответствующих элементов матрицы коэффициентов

$|A_{ik}|$. Если условие (5) выполняется, то вектор максимальных элементов и будет оптимальным решением.

Алгоритм направленного перебора в применении к задаче без учета ограничения (3) состоит в движении по вершинам дерева, полученного фиксированием части переменных Z_{ik} , $Z_{ik} \in \{0, 1\}$. Вершины первого уровня получаем, фиксируя поочередно элементы первой строки матрицы системы (4), вершины второго уровня – фиксируя поочередно элементы второй строки матрицы системы (4), и т. д.

Для каждой вершины дерева находим значение зафиксированного элемента матрицы $|NPV_{ik}|$, оценки целевой функции и ограничения:

$$\sum_{i < i^*} NPV_{ik} + \sum_{i \geq i^*} \overline{NPV_{ik}},$$

где i^* – уровень ветвления; $\overline{NPV_{ik}}$ – максимальный элемент в соответствующей строке.

Ветвление продолжается из вершины уровня, имеющей максимальной значение оценки критерия и удовлетворяющей ограничениям.

Перебор можно сократить, учитывая ограничение (5): из матриц коэффициентов $|NPV_{ik}|$ и $|A_{ik}|$ исключить элементы, которые не могут войти ни в одно допустимое решение. Для каждого элемента матрицы $|A_{ik}|$ проверяется следующее условие:

$$\sum_{i=1}^{m-1} \overline{A_{ik}} + A_{mk} + \sum_{i=m+1}^I \overline{A_{ik}} \leq R, \quad m = \overline{1, I},$$

где $\overline{A_{ik}}$ – минимальный элемент в соответствующей строке.

Учет ограничения (3) допускает применение описанного метода введением последовательной процедуры, состоящей в направленном движении по вершинам дерева, полученного из матрицы (4), в которой удалена одна из строк, что соответствует удалению предприятия из группы. Полученные допустимые решения целесообразно сравнить по качественным характеристикам, соответствующим специфике задачи и выбрать оптимальное решение.

Динамическое программирование представляет подход, позволяющий получить оптимальное решение рассматриваемой задачи путем движения в обратном направлении – от конца за-

дачи к началу [2, 3]. Задача большой размерности заменяется серией задач меньшей размерности. Основное рекуррентное соотношение динамического программирования задачи отражает тот факт, что максимальное значение PV , необходимое, чтобы от шага i дойти до конца задачи, может быть получено максимизацией суммы значений PV шага i и максимальных значений PV , которые необходимы для того, чтобы от шага $i + 1$ дойти до конца задачи.

Для применения построим систему координат на плоскости, одна ось которой соответствует предприятиям группы, а вторая выделенным средствам на реализацию проектов предприятий (рис. 1). Любой путь в сети из начальной вершины соответствует некоторому набору вариантов предприятий. Если принять длины наклонных дуг равными значениям PV вариантов предприятий, включенных в вариант развития группы, а длины горизонтальных дуг, соответствующих «удаленному» предприятию, равными нулю, то длина пути, соединяющего начальную вершину с одной из конечных, будет равна суммарному значению PV , соответствующего этому пути варианта группы. Для учета ограничения (3) первый набор вариантов строим, проводя горизонтальную дугу от начала координат до единицы на оси предприятий, что соответствует удалению первого предприятия, далее строим наклонные дуги, соответствующие вариантам развития других предприятий. Во втором наборе вариантов горизонтальные дуги будут соответствовать удалению второго предприятия и т.д. Путь максимальной длины в каждом наборе вариантов будет соответствовать варианту группы, дающему максимальное значение PV , а оптимальный вариант набора получается фиксированием требуемой величины выделенных средств R . Решение о выделении предприятия принимается по критерию максимизации PV сравнения i оптимальных вариантов.

Пример.

$$NPV_{ik} = \begin{vmatrix} 110 & 130 \\ 200 & 220 \\ 90 & 95 \\ 60 & 70 \end{vmatrix}; A_{ik} = \begin{vmatrix} 5 & 10 \\ 30 & 40 \\ 10 & 15 \\ 20 & 25 \end{vmatrix}, R \leq 60.$$

На рис. 1 построены наборы вариантов, соответствующие удалению третьего и четвертого вариантов.

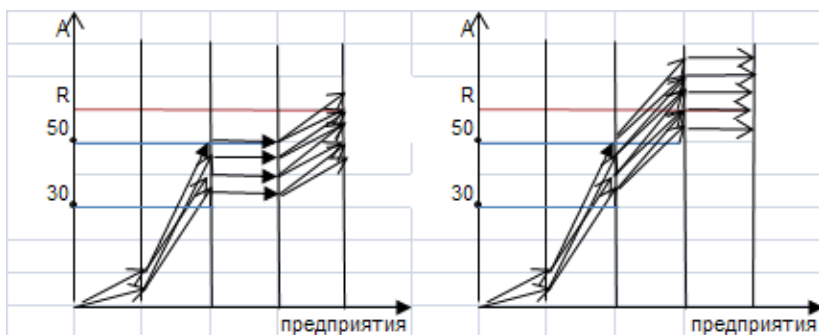


Рис. 1.

Сравниваем оптимальные варианты, соответствующие поочередному удалению вариантов:

$$PV_{21} + PV_{31} + PV_{41} = 350; PV_{12} + PV_{32} + PV_{42} = 295;$$

$$PV_{12} + PV_{22} + PV_{41} = 410; PV_{12} + PV_{21} + PV_{31} = 420;$$

приходим к выводу об удалении четвертого предприятия.

Метод динамического программирования в применении к данной задаче можно представить в виде матричного способа вычислений, удобного для сравнения с методом дихотомического программирования [1]. Действительно, и целевая функция, и функции, описывающие ограничения задачи, имеют одинаковые структуры сетевого представления, в данном случае дихотомического. В дихотомическом представлении задача, соответствующая вершинам сетевого представления, является задачей оптимизации функции двух переменных и в дискретном случае решается на основе матричного представления. Первая матрица соответствует второму слою сети (рис. 1). В верхней половине каждой клетки указывается величина затрат для различных вариантов двух первых предприятий, а в нижней – соответствующее значение суммы PV . Предполагается что вариант удаления предприятия, обозначается нулями в обеих половинах клетки. Вторая матрица соответствует третьему слою и т.д. Если в матрице имеется несколько клеток с одинаковыми затратами, то в

следующую матрицу для этого значения затрат берется максимальное значение PV . Это соответствует принципу оптимальности Беллмана для матричного представления метода динамического программирования. В последнюю матрицу (столбец) берутся оптимальные значения суммарного PV вариантов группы, состоящих из $i - 1$ предприятий, при ограничениях на затраты собственных средств.

Несмотря на то, что решением общей задачи является допустимый вариант, оптимизирующий значение целевой функции, ЛПР часто не удовлетворяет один оптимальный вариант. В большинстве случаев необходимо знать, за счет чего достигается оптимизация, и если «потери» по другим показателям велики, то в рассмотрение включаются варианты, достаточно близкие к оптимальному. Решение задачи разделения группы предприятий на последующих этапах заключается в выборе наиболее предпочтительного по совокупности критериев варианта из множества вариантов развития.

3. Задача об использовании средств вырученных от продажи предприятия

Задачу для выбора удаления одного предприятия из группы можно считать частью большой задачи реструктуризации компании. Используемый оптимизационно-имитационный подход подразумевает необходимое количество прогонов имитационной модели/моделей. Для сокращения большого расхода машинного времени используются методы направленного имитационного моделирования и специальные процедуры, позволяющие связывать оптимизационную имитационную модель не только последовательно-итеративно, но и предусматривающие еще и включение оптимизационных блоков в имитационную модель. Подобная комбинация, например, в рассматриваемой задаче удаления предприятия из группы, позволяет добавить к условию требование о вложении/распределении освободившихся средств (от возможной продажи) в имеющиеся проекты.

Задача решается двумя способами, отличающимися подбором схемы финансирования для сформированных вариантов группы. В соответствии с первым из них необходимая потреб-

ность в дополнительном финансировании определяется на предварительном этапе разработки проектов предприятий, т. е. предполагается, что у компании будет несколько кредитов, взятых под конкретный проект. Распределение средств от продажи предприятия не учитывает схему обслуживания долга, а определяет только величину вложений.

В соответствии со вторым способом в имитационных моделях проектов отдельных предприятий при анализе не учитывается потребность в дополнительном финансировании, поэтому при формировании варианта развития компании в некоторых периодах денежный поток может быть отрицателен. Соответствующая схема привлечения денежных средств и обслуживания долга определяется на уровне всей компании. Структура вариантов не изменяется. Освобожденные средства от продажи предприятия распределяются по предприятиям. В имитационную модель включается оптимизационный блок, позволяющий учесть и распределение средств по предприятиям, и обслуживание внешнего долга. Этот вариант предпочтителен, так как уже на момент планирования развития компании может проявиться синергетический эффект от объединения проектов предприятий, достигаемый за счет оптимизации использования денежных ресурсов по периодам. Нехватка денежных средств на одном предприятии компенсируется прибылью другого. Суммарный кредит обычно оказывается меньше, чем сумма кредитов предприятий. Синергия определяется как прирост показателя эффективности варианта при переходе от реализации кредита предприятия/проекта вне компании к реализации кредита в составе группы предприятий.

4. Продажа или вывод из кризиса?

Решение задачи по «оздоровлению жизнедеятельности» компании за счет удаления из ее состава элементов через механизмы передачи предприятий другим собственникам требует оценки стоимости предприятий $y \in Y$.

Определение стоимости неприбыльного предприятия или предприятия, подверженного высокому риску, не всегда связано с возможностью справедливой оценки в рамках классических

подходов. Подходы, основанные на определении стоимости имущества, могут приводить к недооценке предприятия, так как не учитывают возможности его развития, а также синергетического эффекта от совместного использования его активов с другими предприятиями группы. Подходы, основанные на цене акций, применимы только для открытых акционерных обществ, чьи акции котируются на рынке. В связи с этим результаты оценки в рамках затратных моделей следует рассматривать как минимальную стоимость предприятия и принимать во внимание при оценке в качестве справочного показателя. Ограничения в применении сравнительного подхода объясняются фактором неопределенности в предсказании возможности дальнейшего функционирования предприятия. При подборе аналога, как правило, выбирается убыточное предприятие со схожими финансовыми и производственными параметрами, что приводит к трудоемкому анализу параметров возникновения финансового риска. Основным недостатком использования сравнительного подхода для оценки неприбыльного предприятия – отсутствие прогнозов относительно будущих доходов. Доходный подход является наиболее гибким среди анализируемых методов оценки, позволяет учитывать будущие доходы и экономический риск инвестиций.

В заключение хочется отметить, что для принятия решения об удалении предприятия из компании неплохо проанализировать попытку провести его «трансформацию», «перепрофилирование» и/или попробовать восстановить его работоспособность, готовность к борьбе за выживание в рыночных условиях.

Причинами низкой рентабельности предприятий компании могут стать и общий спад рынка, и неправильно выбранная стратегия развития, и неэффективная работа менеджмента. Несмотря на то, что для всех предприятий причины возникновения финансового кризиса индивидуальны, выделяется несколько универсальных инструментов управления, позволяющих преодолеть кризис: снижение затрат; стимулирование продаж; оптимизация денежных потоков; работа с дебиторами и реформирование политики коммерческого кредитования; реструктуризация кредиторской задолженности.

Бизнес-план финансового оздоровления предприятия – пока еще новый документ для менеджмента на российских предприятиях. Его формы различаются для предприятий различных отраслей и сфер экономики. Известные приемы разработки планов модернизации, планы постановки продукции на производство и т.д. дополняются и видоизменяются с учетом новых условий хозяйствования: гибкого финансирования, ценообразования, стратегии и тактики сбыта продукции, элементов конкурентной борьбы. Для предприятий, оказавшихся в долговой яме, необходимы комплексные усилия по восстановлению платежеспособности с использованием законодательных процедур банкротства и методов антикризисного управления.

Принятый бизнес-план финансового оздоровления включает описание ожидаемых проблем, трудностей и способов их решения:

- Общая характеристика предприятия, потребители продукции, рынки сбыта и каналы продвижения продукции, поставщики, валовая выручка, количество работников, факторы, приведшие к несостоятельности предприятия.
- Анализ финансового состояния.
- Прогноз банкротства с помощью специальных моделей.
- План чрезвычайных мероприятий по преодолению неплатежеспособности предприятия.
- Стратегия финансового оздоровления.

Уникальность любого предприятия заключается в том, что оно может выжить и при очень слабых шансах и обанкротиться при больших шансах на выход из кризисного состояния. Единичность судьбы предприятия подталкивает специалиста присмотреться к предприятию, расшифровать его уникальность, его специфику, не использовать стандартные методы, не искать сходные черты, а, напротив, диагностировать и описывать отличия.

Литература

1. БУРКОВ В.Н., БУРКОВА И.В. *Задачи дихотомической оптимизации* / Материалы международной конференции «Системные проблемы качества, математического моделирова-

- ния, информационных и электронных технологий». – М: Радио и связь, 2003.
2. БУРКОВ В.Н., БУРКОВА И.В., КОЛЕСНИКОВ П.А., КАШЕНКОВ А.Р. *Структурно-эквивалентные функции в задачах дискретной оптимизации* // Проблемы управления. – 2007. – № 1. – С. 13–19.
 3. БУРКОВ В.Н., ЗАЛОЖНЕВ А.Ю., НОВИКОВ Д.А. *Теория графов в управлении организационными системами*. Серия «Управление организационными системами». – М.: СИНТЕГ, 2001. – 124 с.
 4. ГОРОШНИКОВА Т.А., СИНЮКОВ А.В. *Оптимизационные модели анализа эффективности слияний и поглощений* // Управление большими системами. – 2010. - № 31. – С. 177–191.
 5. ЦВИРКУН А.Д., АКИНФИЕВ В.К., ФИЛИППОВ В.А. *Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем (оптимизационно-имитационный подход)*. – М.: Наука, 1985.

OPTIMIZATION MODEL OF THE ANALYSIS OF REMOVAL OF THE NON-PROFITABLE ENTERPRISES FROM THE COMPANY WITH ALGORITHMS OF SEARCH OPTIMUM DECISIONS

Tatyana Goroshnikova, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, researcher (tagora@list.ru).

Abstract: In this article we continue developing the handy analytic technique of company restructuring for the sake of value maximization. The value of a company is assessed with the discounted cash flows technique. The underlying optimization models of mergers and acquisitions analysis and synthesis were published earlier in [4].

Keywords: company de-merger, enterprise sale, optimization-simulation approach, company value assessment, branch and bound method, dynamic programming.

Статья представлена к публикации членом редакционной коллегии В. Н. Бурковым