ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОНСОЛИДАЦИИ ГРУППЫ ПРЕДПРИЯТИЙ И КРЕДИТНО-ФИНАНСОВОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Любовь Смирнова
Руководитель: Mag. sc. comp., лектор Е. А. Юршевич

Институт транспорта и связи
факультет компьютерных наук и электроники
кафедра математических методов и моделирования
Ломоносова 1, Рига, LV-1019, Латвия

1. Описание задачи

1.1. Общее описание

Организация большинства крупных интегрированных финансово-промышленных структур основывается на консолидации собственности, т.е. на объединении контрольных или близких к ним пакетов акций интегрируемых предприятий консолидированном владельцем. Формирование связей между предприятиями при их объединении в единый комплекс происходит либо путем установления контроля над собственностью, либо путем налаживания договорных отношений. В работе рассматриваются взаимоотношения между участниками, которые были построены именно на понятии консолидации.

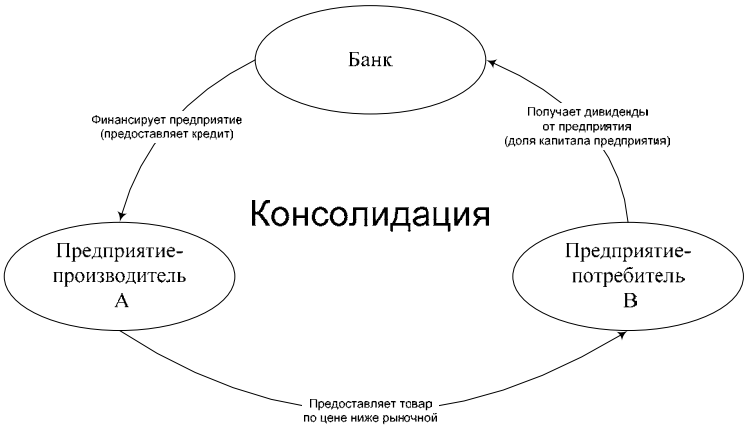

Рис. 1. Схема взаимодействия предприятий А, В и Банка

На рис. 1 представлена схема сотрудничества трех участников консолидации:

А – предприятие, производящее некую продукцию (полуфабрикат) и выпускающее ее на рынок.

В – предприятие-потребитель продукции А, приобретающий ее для своего дальнейшего производства или для продвижения на рынок и образующий таким образом цепочку «поставщик – потребитель».

Б – финансово-кредитное учреждение, которое владеет определенной долей собственности потребителя В.

Для снижения издержек производства производителю А требуются дополнительные инвестиции, в качестве которых могут выступать:

1. собственные вложения,
2. кредит, предоставляемый банком.

В свою очередь Банк, входящий в группу и имеющий акции предприятия-потребителя В, оказывается заинтересованным в кредитовании предприятия-производителя А. Это объясняется причинно-следственной цепочкой, представленной на рис. 2.

Рис. 2. Цепочка причин-следствий выгоды банка при кредитовании предприятия А

В такой схеме могут возникать ситуации, когда кредитование производителя на условиях, устраивающих кредитора, оказывается для производителя более предпочтительным, чем на рыночных условиях кредитования, при том что и кредитору выгоднее разместить свои средства у производителя, чем на соответствующем рынке. Основной вопрос в таком случае заключается в необходимости создания условий, обеспечивающих долговременную устойчивость этих связей. Соответственно существуют факторы, которые могут повлиять на устойчивость данной структуры, т.е. делают ее устойчивой или, наоборот, неустойчивой. Например, к таким факторам можно отнести:

- зависимость структуры затрат от объема продукции, производимой предприятием А;
- зависимость структуры затрат от объема капитала, вкладываемого в снижение удельных затрат при производстве;
- зависимость структуры финансового ресурса от заемных и собственных средств производителя;
- доля участия банка в акционерной собственности предприятия В, потребителя продукции;
- поступление более выгодных предложений со стороны рынка для любого участника объединения;
- возникновение у производителя проблем с ресурсами (например, рост цен на сырье, какие-либо протесты со стороны поставщиков услуг и т.д.), что может повлиять на себестоимость производимой продукции.

При экспериментальной проверке модели изучались следующие факторы, которые оказывали влияние на показатели эффективности каждого участника консолидации:

- коэффициент, влияющий на трансфертную цену продукцию (ξ),
- внутренняя процентная ставка за кредит, предоставляемый банком предприятию А (τ),
- объем производимой продукции в стоимостном показателе ($y(t)$).

1.2. Аналитическая модель

В основу аналитической модели легла концепция Ю. В. Косачева [1]. В данной модели процессы рассматриваются как непрерывные во времени, а динамика изменения показателей описывается дифференциальными уравнениями. Приведем основные, наиболее важные моменты данной модели.

Рассмотрим конкретный технологический процесс производства предприятием А определенного рода продукции. Будем считать, что в предлагаемой нами модели выпускается единственный продукт, который обозначим через *a*. Объем выпуска, обозначенный через *y*, характеризуется производственной функцией:

$$y = f(X) \tag{1.1}$$

Существует также функция производственных затрат, обратная к производственной функции:

$$\upsilon(y) = \varphi y^{\eta} + P, \ \frac{d^2\upsilon(y)}{dy^2} > 0. \tag{1.2}$$

Она характеризует общие издержки при производстве продукции *a* в объеме *y*, где φy^{η} – переменные издержки производства, а *P* – постоянные. Переменные затраты зависят от объема *y*: если продукция не производится, то они равны нулю. Необходимо учитывать, что существуют также удельные затраты (затраты в стоимостном выражении, отнесенные к единице продукции), которые определяются по формуле (1.3):

$$c(y) = \frac{\upsilon(y)}{y} = \varphi y^{\beta} + \frac{P}{y}, \text{ где } \beta = \eta - 1, 0 < \beta < 1. \tag{1.3}$$

Опуская все промежуточные расчеты, связанные с оценкой движения финансовых потоков, перейдем к главной цели, преследуемой в данной задаче, – рассчитаем прибыль каждого участника консолидации в зависимости от влияния факторов. Для каждого участника прибыли рассчитываются по следующим формулам (1.4), (1.6) и (1.8). Прибыль А от торговли с В после расчетов по кредиту с Банком в момент времени *t* имеет следующий вид:

$$\pi^A(t) = \xi\left[p_0 - c(x(t), y(t))\right]y(t) - (1+\tau)K(t) = \xi g(x(t)) - (1+\tau)K(t), \tag{1.4}$$

где функция $g(x(t))$ представляет собой прибыль производителя А, которую он может получить от торговли продуктом на рынке до расчета по кредиту с Банком; *x*(*t*) – объем финансовых средств, направляемый для снижения затрат; τ – внутренняя процентная ставка за кредит; ξ – коэффициент, формирующий трансфертную цену на товар; *K*(*t*) – объем кредита, выдаваемый Банком.

Часть дохода А в объеме $V(t)$ используется производителем для снижения затрат на выпуск продукции, соответственно на снижение ее себестоимости. Тогда оставшаяся часть дохода будет уходить в накопление, появится накапливаемый доход предприятия А:

$$\Phi^A = \pi^A - V(t), \ \Phi^A \geq 0. \tag{1.5}$$

Для предприятия В в результате торговли с предприятием А после расчета с акционерами прибыль в момент времени *t* составит величину:

$$\pi^B(t) = (1-\alpha_0)\Delta\pi^B(t) = (1-\alpha_0)\left[(p_0 - p_1)y(t)\right] = (1-\alpha_0)(1-\xi)g(x(t)), \tag{1.6}$$

где $\Delta\pi^B(t) = (1-\xi)g(x(t))$ – прибыль В до расчета с акционерами, а накапливаемая в момент времени *t* прибыль предприятия В составит

$$\Phi^B(t) = \pi^B(t), \ \Phi^B(t) \geq 0. \tag{1.7}$$

Прибыль Банка составит сумму от процентной выплаты по кредиту от предприятия А и выплаты дивидендов за счет прибыли предприятия В:

$$\pi^{Bank}(t) = \tau K(t) + q_0(t)\Delta\pi^B(t), \tag{1.8}$$

где $q_0(t) = \alpha_0 + \omega(t)$ – суммарная доля собственности, которой будет владеть Банк; $\omega(t)$ – дополнительная доля собственности, которую приобретает Банк:

$$\omega(t) = \begin{cases} W/Q, & \text{если в Банк докупает акции В,} \\ 0, & \text{если Банк в этот момент кредитует А.} \end{cases} \tag{1.9}$$

Накапливаемый доход банка будет складываться из отчислений производителем А по процентам за кредит и дивидендов по акциям потребителя В:

$$\Phi^{Bank}(t) = \Phi_A^{Bank}(t) + \Phi_B^{Bank}(t), \ \Phi^{Bank} > 0 \tag{1.10}$$

В качестве критерия эффективности выберем дисконтируемые накапливаемые прибыли для каждого из участников (NPV). Тогда данные критерии для каждого из участников будут следующими:

- критерий эффективности для Банка

$$J_0(T) = \int_{t_0}^{T} \Phi^{Bank}(t) e^{-\mu_0 t} dt, \tag{1.11}$$

- критерий эффективности для предприятия А

$$J_1(T) = \int_{t_0}^{T} \Phi^{A}(t) e^{-\mu_1 t} dt, \tag{1.12}$$

- критерий эффективности для предприятия В

$$J_2(T) = \int_{t_0}^{T} \Phi^{B}(t) e^{-\mu_2 t} dt, \tag{1.13}$$

где μ_i, i =0,1,2 – коэффициенты дисконтирования для каждого из участников консолидации.

2. Подход системной динамики

Для поиска оптимальных условий существования консолидации рассматривается имитационный подход, основанный на принципах системной динамики. Этот подход представляет собой совокупность принципов и методов анализа динамически управляемых систем с обратной связью. Данный подход был предложен профессором Массачусетского университета Джейем Форрестером в конце 50-х годов 20-го века. Основой подхода является описание динамики изменения процессов с помощью дифференциальных уравнений. Процессы, происходящие в реальном мире, в системно-динамическом подходе представляются в виде «накопителей» (stock), «потоков» (flow) между этими накопителями и информацией, которая определяет величину этих потоков [2]. Системная динамика абстрагируется от отдельных объектов и событий и предполагает агрегатный взгляд на процессы. Первоначально модель имеет вид логических диаграмм, отражающих причинно-следственные связи, которые затем преобразуются в сетевую модель. Затем сетевая модель преобразуется в математическую, т.е. в систему уравнений. Полученные результаты представляются в виде графиков, таблиц, которые подвергаются анализу.

3. Инструмент реализации

Имитационная модель описанного процесса была реализована в среде имитационного моделирования AnyLogic. Отличительной чертой AnyLogic, включающего все современные подходы в моделировании, является объектно-ориентированный стиль проектирования и программирования моделей. Имитационный пакет написан на языке Java и является открытой системой. Реализованная в пакете графическая среда облегчает процесс проектирования, разработки, документирования модели, выполнения компьютерных экспериментов с моделью, включая различные виды анализа – от анализа чувствительности и риска до оптимизации параметров. Поддерживаются возможности анимации и визуального представления результатов в процессе работы модели.

4. Построение модели

Построение моделей системной динамики в пакете AnyLogic представляет собой процесс создание переменных (объектов), которые могут являться:

- источниками и накопителями,
- переменными для описания динамики процессов,
- вспомогательными переменными.

Между этими переменными устанавливаются отношения в виде математических выражений, которые отражены в аналитической модели, описанной в пункте 1.2.

5. Описание интерфейса

Был разработан пользовательский интерфейс, который предоставляет возможность манипулирования параметрами модели. Внешний вид его представлен на рис. 3.

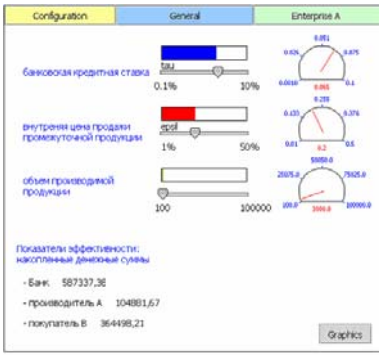

Рис. 3. Окно анимации ***General***

Также были реализованы окна вывода графического отображения показателей эффективности для каждого участника отношений консолидации (рис. 4) и окно вывода показателей финансовых потоков для предприятия А (рис. 5).

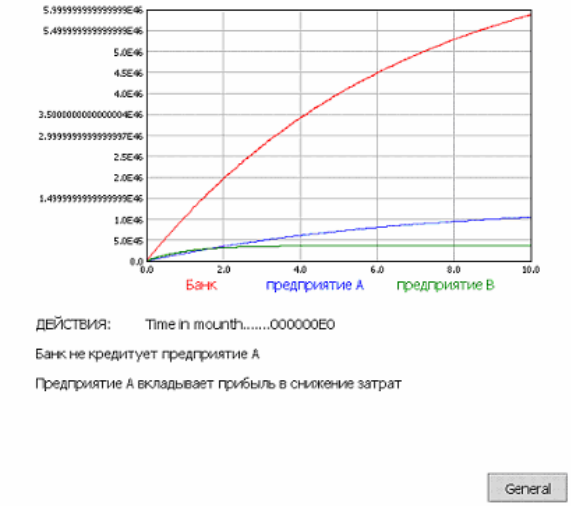

Рис. 4. Графическое представление показателей эффективности

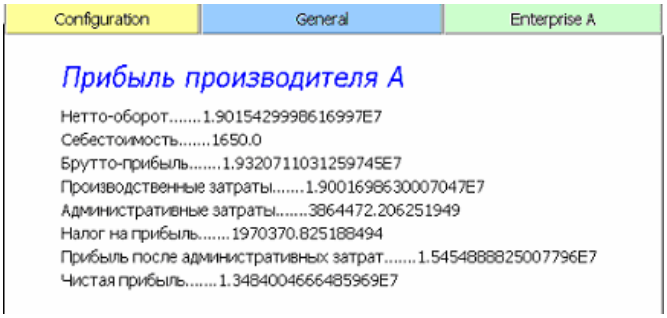

Рис. 5. Окно показателей финансовых потоков для производителя

6. Поставленные эксперименты

На модели был проведен ряд экспериментов. Целью экспериментирования являлось нахождение оптимальных условий существования каждого участника в отношениях консолидации, а также выявления того, как именно влияют отдельные факторы на устойчивость консолидации. Выбран сценарий варьирования показателями вышеупомянутых факторов: процентной ставкой за кредит τ, коэффициентом, влияющим на трансфертную цену ξ и объемом производимой продукции в стоимостном показателе $y(t)$. На рисунках 6, 7, 8 приведены графики изменения значений гарантированных дисконтируемых накопленных прибылей для каждого участника консолидации в зависимости от значений факторов. Можно заметить, что коэффициент трансфертной цены значительно влияет на динамику процесса, и при разных его значениях прибыли участников существенно меняются.

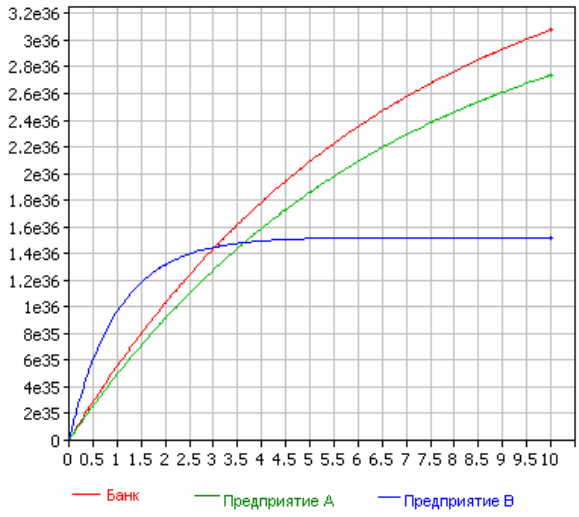

Рис. 6. График показателей дисконтируемых накопленных потоков для участников группы при $\xi = 0.2$; $\tau = 0.035$; $y(t) = 300$

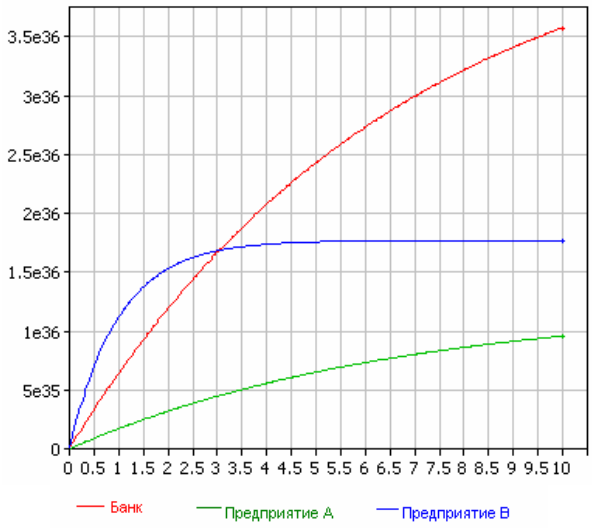

Рис. 7. График показателей дисконтируемых накопленных потоков для участников группы при $\xi = 0.07$; $\tau = 0.0.35$; $y(t) = 300$

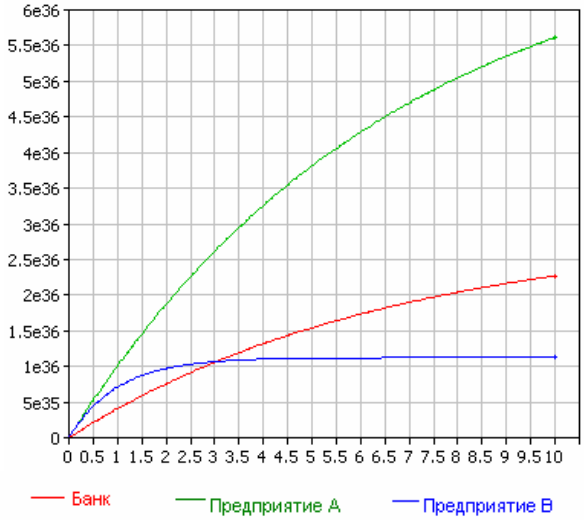

Рис. 8. График показателей дисконтируемых накопленных потоков для участников группы при $\xi = 0.41$; $\tau = 0.035$; $y(t) = 300$

Заключение

Реализована модель консолидации трех участников финансовой деятельности для исследования устойчивости экономических отношений между ними. Модель позволяет изобразить графически и проследить динамику финансовых потоков каждого участника проекта. При помощи разработанного удобного интерфейса пользователь может настраивать модель по своему усмотрению. Предлагаемая модель может быть использована в курсе «Имитационное моделирование бизнес-процессов» для освоения вида моделирования, основанного на системной динамике.

Литература

1. Косачев Ю.В. *Экономико-математические модели эффективности финансово-промышленных структур*. М: Логос, 2004. 248 с.
2. *Технология системного моделирования* / Е.Ф. Аврамчук, А.А. Вавилов, С.В. Емельнов и др.; Под общ. ред. С.В. Емельнова и др. М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988. 520 с.: ил.
3. Системная динамика – http://www.big.spb.ru/publications/other/metodology/system_dinamic.shtml