

УДК 336.7

© М. Г. Сорокина<sup>1</sup>, К. В. Банкова<sup>2</sup>, 2018

<sup>1,2</sup> Самарский национальный исследовательский  
университет им. академика С. П. Королева  
(Самарский университет), Россия

E-mail <sup>1,2</sup>: bankovakv@mail.ru

## ФОРМИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕДИТНОГО ПОРТФЕЛЯ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

*В статье рассматривается задача выбора коммерческим банком объемов кредитования на финансовом рынке с использованием дискретных динамических имитационных моделей. Разработаны имитационные модели финансового механизма конкурентного взаимодействия между банками, которые позволяют определить траектории изменения финансовых параметров кредитного портфеля и на этой основе обосновать устойчивость равновесных состояний выбранных стратегий кредитной политики коммерческого банка.*

**Ключевые слова:** имитационная модель, механизм конкурентного взаимодействия, объем кредитования, процентный доход, равновесное состояние.

Вопросы, связанные с формированием параметров кредитного портфеля в условиях рынка, особенно в настоящее время, требуют подробного исследования и глубокого анализа, поскольку в современных условиях деятельность кредитных организаций характеризуется нестабильностью и высоким уровнем риска, что, в свою очередь, связано с недостаточным развитием механизмов прогнозирования и оптимизации операционной деятельности банков. Так, методы, основанные на классической теории оптимизации финансовых портфелей, прежде всего ориентированы на портфели ценных бумаг, нормативные методы, как правило, предлагают оптимизировать финансовые параметры в статике и не учитывают динамический характер финансовых потоков банка.

Таким образом, *цель исследования* — разработать механизм конкурентного взаимодействия между банками на основе дискретных динамических имитационных моделей, позволяющих определить траектории изменения финансовых параметров кредитного

портфеля и оптимизировать операционный доход банка, — является актуальной и своевременной.

*Объект исследования* — кредитный портфель коммерческого банка. *Предметом исследования* являются методы и модели формирования и оптимизации параметров кредитного портфеля коммерческого банка.

Рассмотрим модель задачи выбора объемов кредитования на финансовом рынке, в котором учувствуют два коммерческих банка, и решение этой задачи с использованием динамической имитационной модели. Для решения поставленной задачи сформируем вначале статическую модель по выбору объемов кредитования при заданной функции спроса на кредитном рынке, характеризующей конкурентный характер взаимодействия между участниками рынка. Статическую модель задачи выбора объема кредитования каждым участником представим в следующем виде:

$$\begin{aligned} ПД_i(y) &= [\alpha_0 - bL(y)]y_i \rightarrow \max_{y_i \in Y_i}, i = 1, 2, \\ L(y) &= y_1 + y_2, \alpha(L) = \varphi(L) = \alpha_0 - bL(y), y = (y_1, y_2), \\ Y_i &= \{y_i / 0 \leq y_i \leq L_i\}, y_i \geq 0, i = 1, 2, \end{aligned} \quad (1)$$

где:

$ПД_i(y)$  — величина процентного дохода, получаемая  $i$ -м банком от реализации кредита в объеме  $y_i$ ;

$\alpha(L) = \varphi(L)$  — обратная функция спроса на кредиты одного сегмента;

$L_i$  — спрос на кредиты со стороны заемщиков, выдаваемых  $i$ -м банком;

$L(y)$  — суммарный объем выдаваемых кредитов участниками кредитного рынка;

$Y_i$  — допустимое множество объемов кредитов, выдаваемых  $i$ -м банком;

$y = (y_1, y_2)$  — вектор объемов выдаваемых кредитов участниками рынка;

$b$  — скорость убывания обратной функции спроса;

$\alpha_0$  — начальная процентная ставка однотипного кредита.

Модель принятия решений каждым банком по выбору кредита (1) рассмотрена в более общем виде в работах [1, 2].

Предположим, что оптимальное решение модели (1) находится внутри допустимой области, тогда, как показано в работе [2], выбор оптимального объема кредитования каждым банком с учетом стратегии конкурента определяется в соответствии с следующими уравнениями:

$$\begin{cases} Y_1^0 = \frac{\alpha_0}{2b} - \frac{1}{2} Y_2^0, \\ Y_2^0 = \frac{\alpha_0}{2b} - \frac{1}{2} Y_1^0. \end{cases} \quad (2)$$

Как следует из полученной взаимосвязанной системы уравнений, объем кредитования, выбираемый каждым банком, зависит от параметров обратной функции спроса  $L(y)$ , количества участников кредитного рынка и начальной процентной ставки кредита  $\alpha_0$ , т.е. от параметров модели финансового механизма рыночного взаимодействия, описываемого системой уравнений (2). Рыночное взаимодействие между участниками рынка осуществляется как во времени, так и для исследования динамики конкурентного взаимодействия. Представим систему уравнений (2) в дискретном динамическом виде:

$$\begin{cases} Y_1(t + 1) = \frac{\alpha_0}{2b} - \frac{1}{2} Y_2(t), \\ Y_2(t + 1) = \frac{\alpha_0}{2b} - \frac{1}{2} Y_1(t). \end{cases} \quad (3)$$

Решение системы уравнений (3) осуществим с помощью имитационной динамической модели, изображенной на рисунке 1, используя программный пакет MatLab и следующие исходные данные:  $\alpha_0 = 18\%$  годовых;  $b = 1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{проц.}}{\text{д.ед.}}$ ;  $Y_1(0) = 5 \cdot 10^4$  д.ед.;  $Y_2(0) = 8 \cdot 10^4$  д.ед.

Динамическая имитационная модель сформирована из блоков входных исходных данных *Constant*; блока усилителя *Gain*; блока делителя *Divide*; блока сумматора *Add*; блока дискретного интегратора *Unit Delay*; блока осциллографа *Scope*; блока цифрового дисплея *Display* [3].

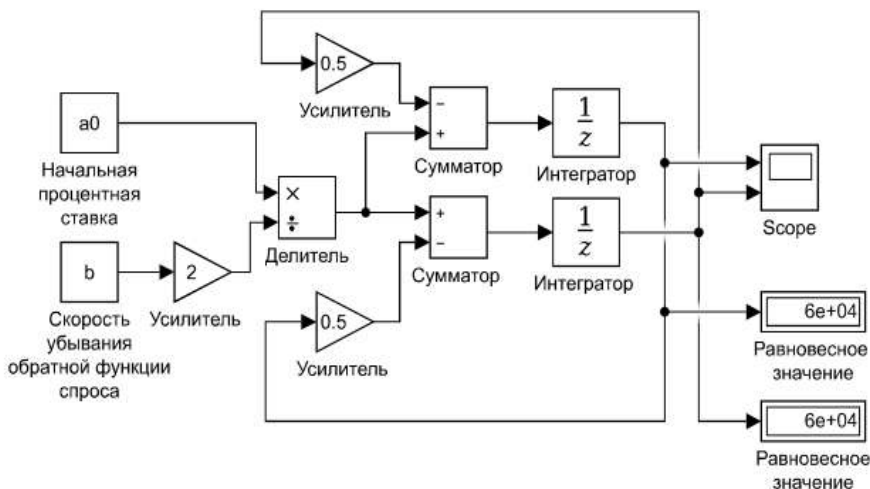


Рис. 1. Динамическая имитационная модель механизма конкурентного взаимодействия на кредитном рынке

На рисунке 2 представлены траектории изменения объемов кредитования, выдаваемых двумя банками – конкурентами в процессе взаимодействия с клиентами, которые получены при использовании динамической имитационной модели механизма конкурентного взаимодействия на кредитном рынке.

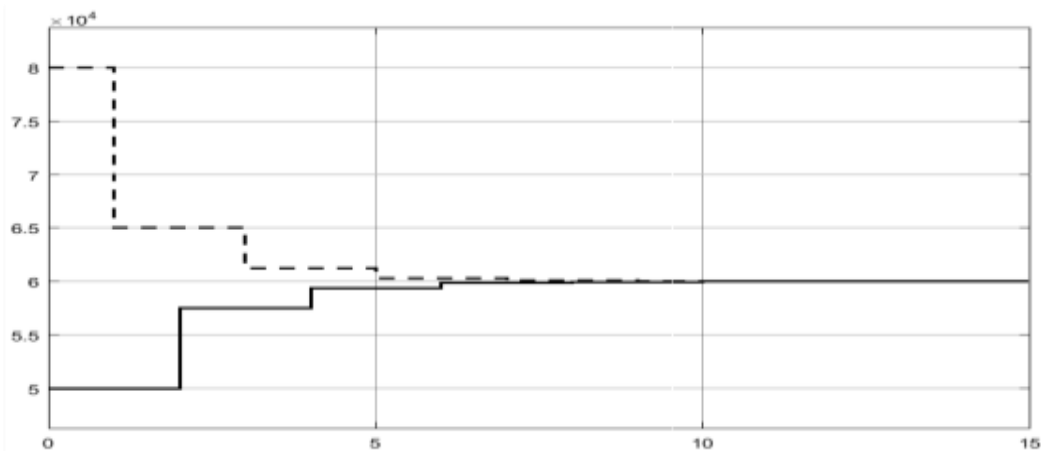


Рис. 2. Траектории изменения объемов кредитования

Сплошной линией обозначена траектория объема кредитования первого банка, а пунктирной линией – второго банка. Полученные траектории указывают на то, что объем кредитования первого банка (при начальном объеме  $Y_1(0) = 5 \cdot 10^4$  д.ед.) с каждой итерацией увеличивается и достигает равновесного значения –  $Y_1^P(t) = 6 \cdot 10^4$  д.ед. Объем кредитования второго банка (при начальном объеме  $Y_2(0) = 8 \cdot 10^4$  д.ед.) на каждой итерации уменьшается и достигает равновесного значения –  $Y_2^P(t) = 6 \cdot 10^4$  д.ед. Равенство равновесных значений для первого и второго банков объясняется тем, что ни один из них не имеет конкурентного преимущества относительно другого, и поэтому суммарный объем рынка кредитования в  $120 \cdot 10^4$  д.ед. делится между банками в равных долях.

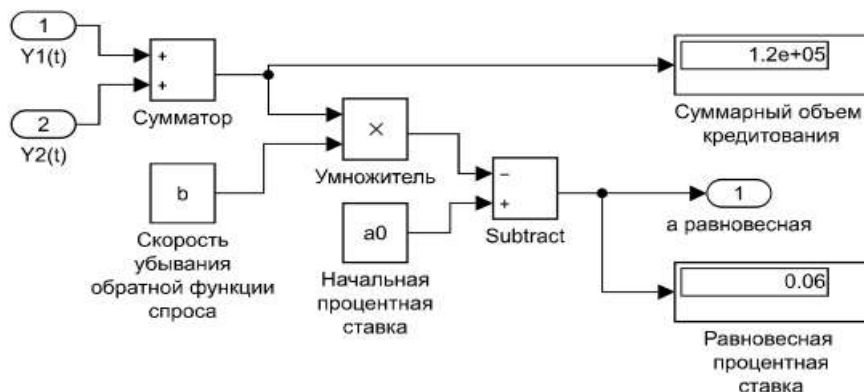


Рис. 3. Динамическая имитационная модель формирования процентной ставки

Подставляя значения объемов кредитования  $Y_1(t)$ ,  $Y_2(t)$  в обратную функцию спроса  $\alpha(t) = \alpha_0 - b(Y_1(t) + Y_2(t))$ , определим траекторию изменения процентной ставки кредитования. Для этого сформирована динамическая имитационная модель, решение которой позволяет определить траекторию изменения процентной ставки кредита в процессе конкурентного взаимодействия между банками (рис. 3).

На рисунке 4 представлена траектория изменения процентной ставки в процессе взаимодействия банков на кредитном рынке. Из полученной модели (см. рис. 3) следует, что траектория процентной ставки кредита достигает равновесного значения равного  $\alpha^P = 6\%$  годовых.

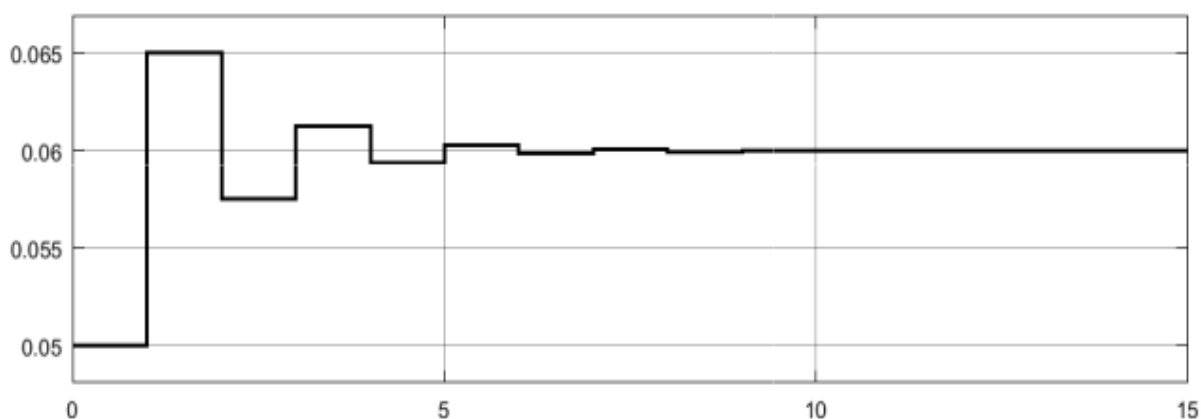


Рис. 4. Траектория изменения процентной ставки кредита

Из динамической имитационной модели, представленной на рисунке 3, определим траекторию изменения суммарного объема кредитования. В полученном после расчетов графике (см. рис. 5) наблюдается уменьшение величины суммарного объема кредитования (с начального объема, равного  $Y_1(0) + Y_2(0) = 1,3 \cdot 10^5$  д.ед.) и достигает равновесного значения –  $Y^P(t) = 1,2 \cdot 10^5$  д.ед.

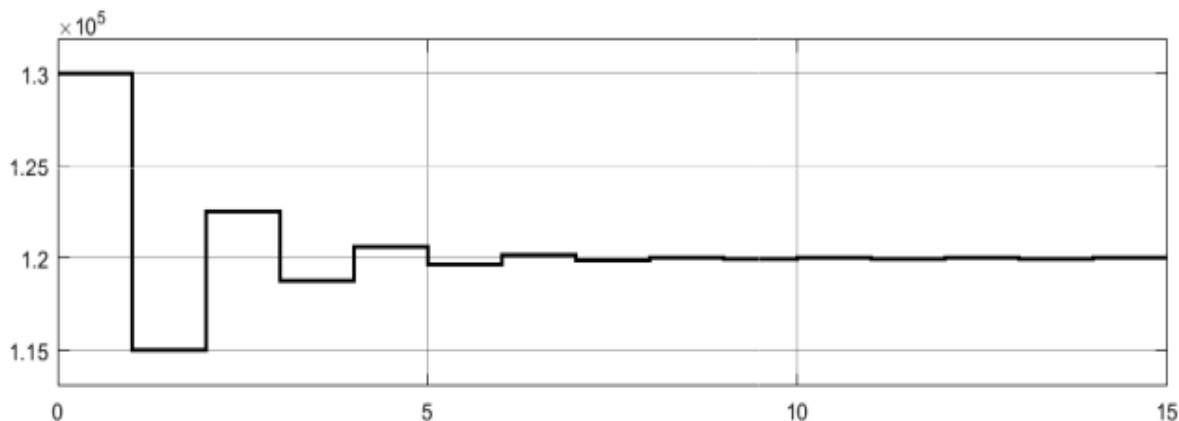


Рис. 5. Траектория изменения суммарного объема кредитования

Для определения операционного дохода, получаемого каждым банком от реализации кредитов, сформирована имитационная модель, представленная на рисунке 6. Входными данными в этой имитационной модели являются объемы кредитования первого и второго банков и процентная ставка по кредиту, динамика изменений которых проявляется в процессе конкурентного взаимодействия банков.

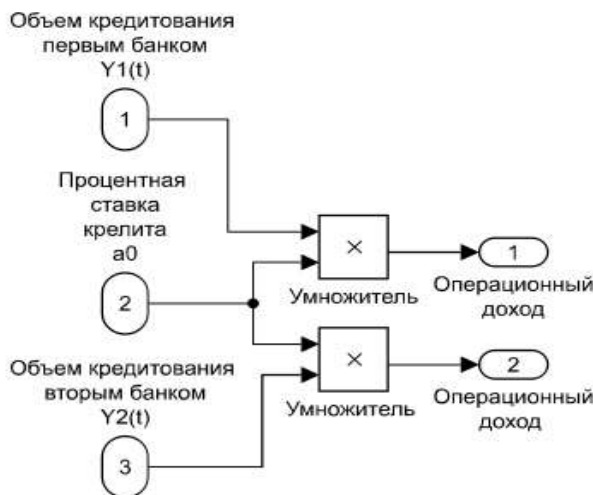


Рис.6. Динамическая имитационная модель формирования операционного дохода, получаемого банком

Траектории изменения объема процентного дохода, получаемого каждым из конкурирующих банков от реализации кредитов, представлены на рисунке 7. Процентный доход первого банка (сплошная линия) — возрастает, а второго (пунктирная линия) — уменьшается от начального условия с каждой итерацией и достигает равновесного значения, равного  $ПД_1^P(t) = ПД_2^P(t) = 3600$  д.ед. Равенство равновесных значений процентных доходов объясняется тем, что процентная ставка по кредиту и объемы кредитования в состоянии равновесия равны, соответственно, между собой.

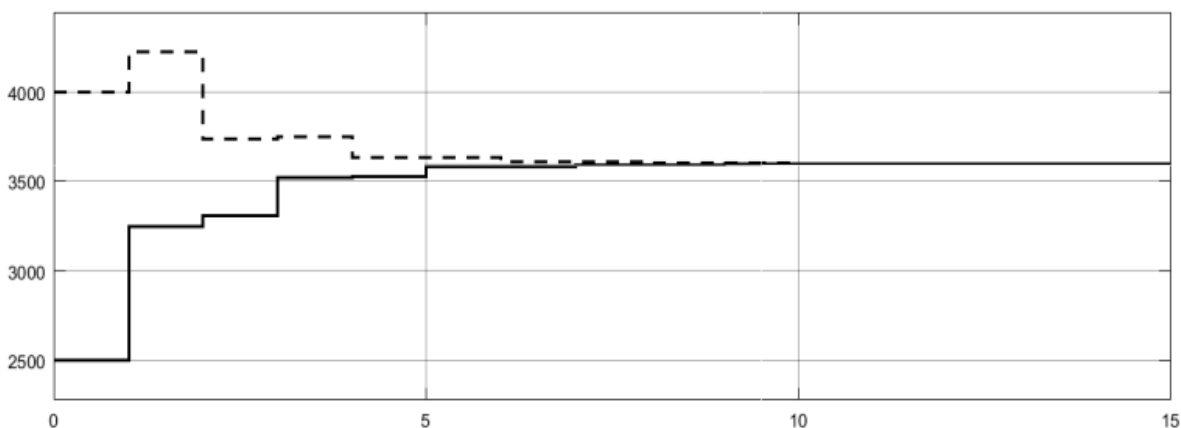


Рис.7. Траектории изменения объема процентного дохода, получаемого банками от реализации кредитов

Рассмотрим дискретную динамическую модель задачи выбора конкурентных стратегий на кредитном рынке с учетом затрат на покупку денежных ресурсов на депозитном рынке, расходов на привлечение денежных ресурсов и вовлечения их в кредиты, формирования резервных фондов и др. в следующем виде:

$$\begin{cases} Y_1(t + 1) = \frac{\alpha_0 - Z_1}{2b} - \frac{1}{2}Y_2(t), \\ Y_2(t + 1) = \frac{\alpha_0 - Z_2}{2b} - \frac{1}{2}Y_1(t). \end{cases} \quad (4)$$

где:

$Z_i$  – приведенные к объему кредитования удельные затраты.

Для решения полученной дискретной динамической системы уравнений (4) сформирована имитационная динамическая модель, изображенная на рисунке 8, при следующих заданных исходных данных:  $\alpha_0 = 18\%$  годовых;  $b = 1 \cdot 10^{-6}$  д.ед.;  $Y_1(0) = 5 \cdot 10^4$  д.ед.;  $Y_2(0) = 8 \cdot 10^4$  д.ед.;  $Z_1 = 0,4\%$ ;  $Z_2 = 0,8\%$ .

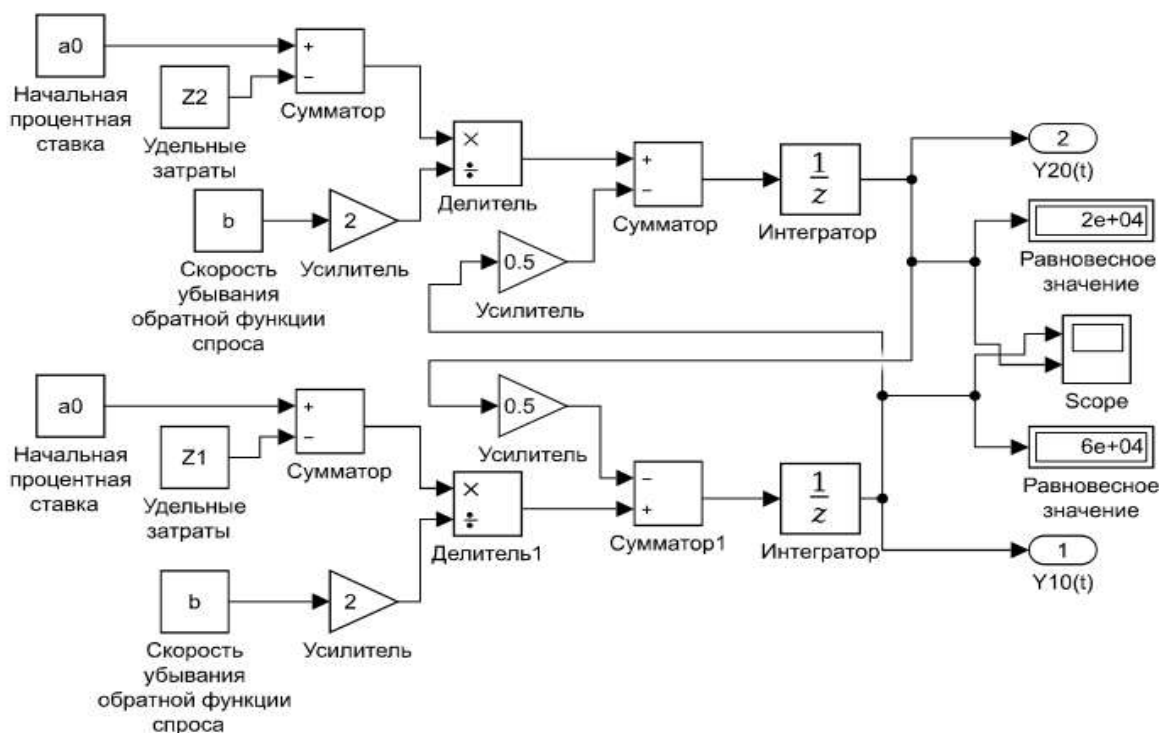


Рис. 8. Имитационная модель финансового механизма формирования параметров кредитного портфеля при конкурентном взаимодействии между банками на кредитном рынке

Отличительной особенностью полученной динамической дискретной имитационной модели от изображенной на рисунке 1 яв-

ляется то, что в модели (рис. 8) присутствуют в качестве входного сигнала удельные затраты, связанные с реализацией кредитов каждым из банков  $Z_1$  и  $Z_2$ .

Далее, используя имитационную модель, представленную на рисунке 8, рассчитаем и определим графически (см. рис. 9) траектории изменения объемов кредитования  $Y_1(t)$  и  $Y_2(t)$  каждым из банков в процессе конкурентного взаимодействия.

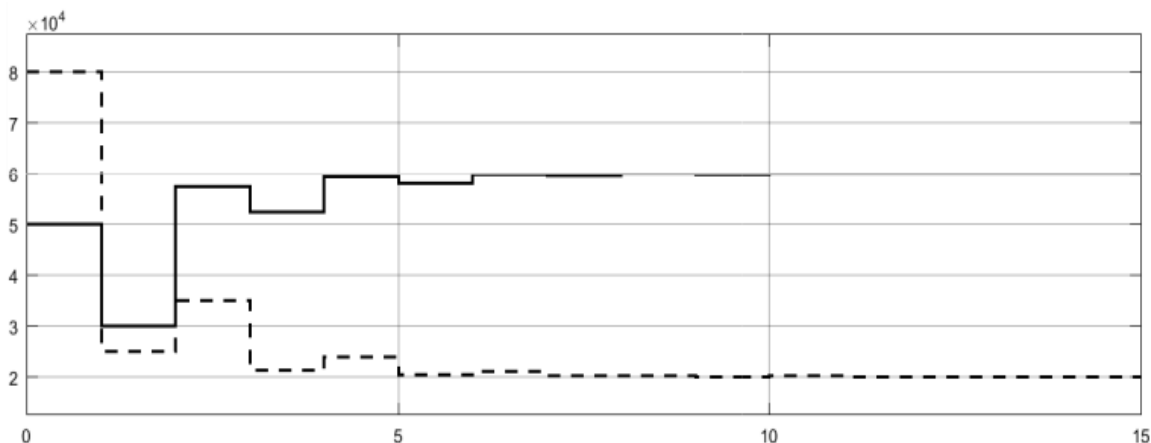


Рис. 9. Траектории изменения объемов кредитования  $Y_1(t)$  и  $Y_2(t)$

Из полученных графиков следует, что траектории изменения объемов кредитования достигают различных по величине равновесных объемов кредитования:  $Y_1^P(t) = 6 \cdot 10^4$  д.ед. и  $Y_2^P(t) = 2 \cdot 10^4$  д.ед. Траектория изменения объема кредитования первого банка (сплошная линия) достигает равновесного значения, большего по величине, чем у второго ( $Y_1^P(t) > Y_2^P(t)$ ). Это объясняется тем, что удельные затраты у первого банка меньше, чем у второго ( $Z_1 < Z_2$ ). Преимущество в затратах обеспечивает первому банку конкурентное преимущество на финансовом рынке относительно второго банка и повышает его возможности по увеличению кредитования.

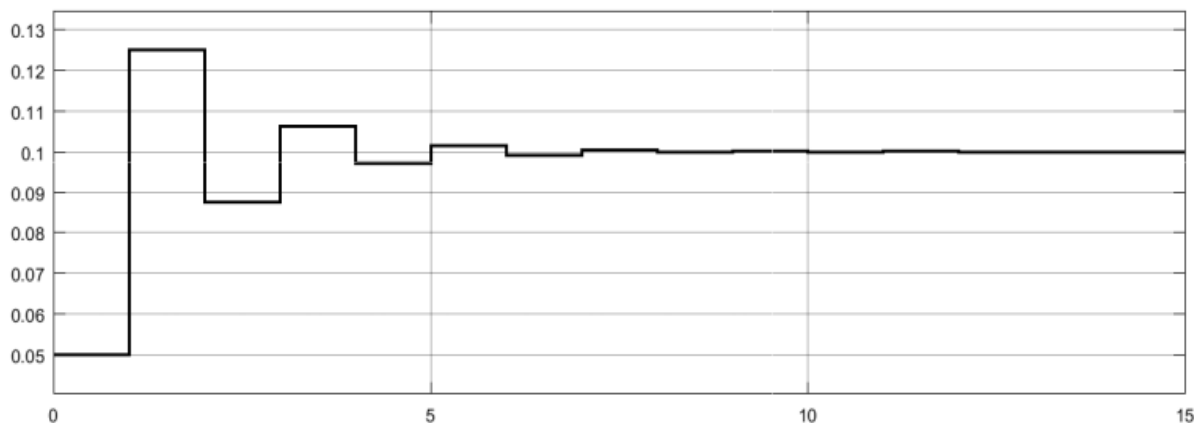


Рис. 10. Траектория изменения процентной ставки кредитования с учетом удельных затрат



Траектория изменения процентной ставки кредитования, представленной на рисунке 10, определена с использованием динамической модели, изображенной на рисунке 3. Из полученного графика следует, что равновесная процентная ставка (с учетом удельных затрат на реализацию кредитов) повысилась и стала равной  $\alpha^P = 10\%$  годовых.

На основании динамической имитационной модели, представленной на рисунке 3, определим траекторию изменения суммарного объема кредитования (см. рис. 11) с учетом удельных затрат на реализацию кредитов. Величина суммарного объема кредитования уменьшается с начального объема кредитования ( $Y_1(0) + Y_2(0) = 1,3 \cdot 10^5$  д.ед.) и достигает равновесного значения, равного  $Y^P(t) = 8 \cdot 10^4$  д.ед. Полученное равновесное значение суммарного объема кредитования меньше величины кредитования, полученной в ситуации отсутствия удельных затрат на реализацию кредитов ( $1,2 \cdot 10^5$  д.ед.).

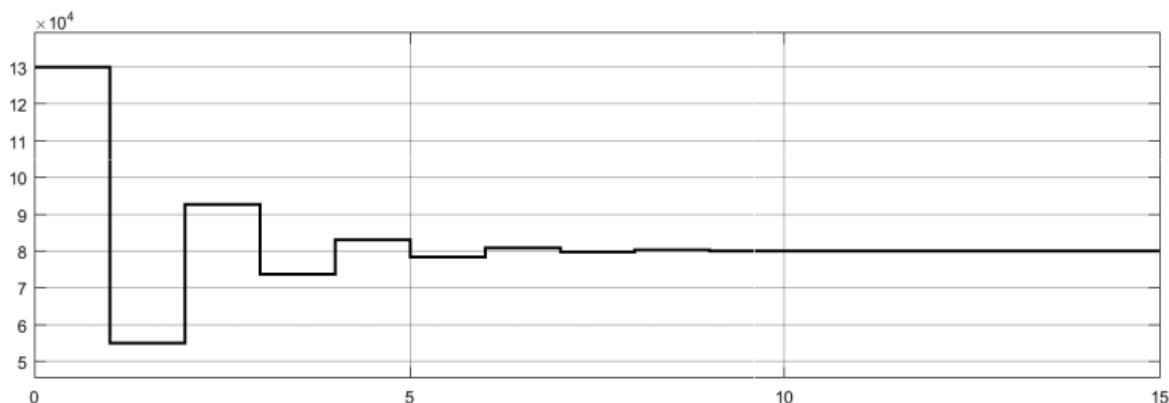


Рис. 11. Траектория изменения суммарного объема кредитования

На рисунке 12 изображены траектории изменения объема процентного дохода (с учетом удельных затрат на реализацию кредитов), получаемого каждым банком от реализации кредитов, рассчитанного по динамической имитационной модели, представленной на рисунке 6. Из графика (см. рис. 12) видно, что процентный доход от начального условия первого банка (сплошная линия) с каждой итерацией возрастает, а второго банка (пунктирная линия) с каждой итерацией уменьшается, в итоге достигая своих равновесных значений —  $ПД_1^P(t) = 6000$  д.ед. и  $ПД_2^P(t) = 2000$  д.ед.

Различие по величине равновесных объемов процентного дохода, получаемого каждым банком, объясняется разницей в величине удельных затрат на реализацию кредитов. Банк, у которого меньше удельные затраты, получает больший процентный доход (в связи с увеличением возможностей по кредитованию на финансовом рынке).

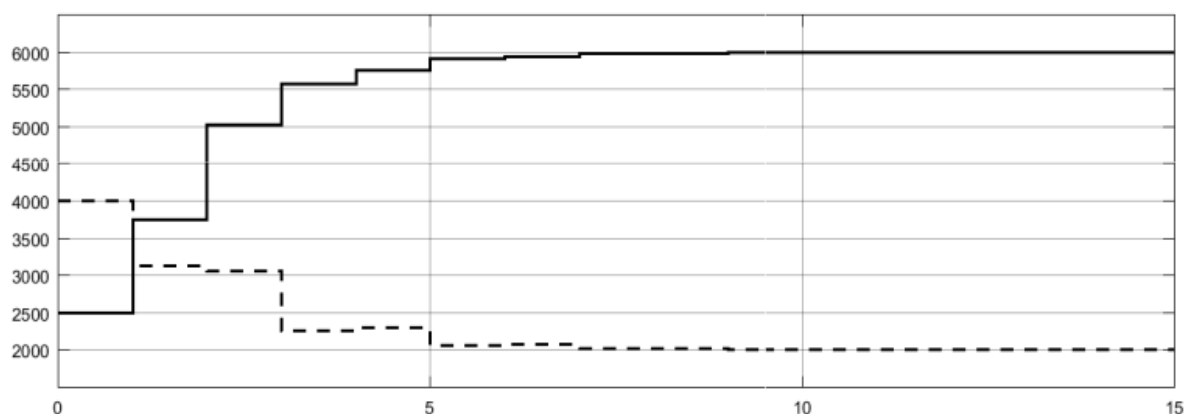


Рис. 12. Траектории изменения объема процентного дохода, получаемого банками от реализации кредитов

Таким образом, проведенные расчеты по динамической имитационной модели позволяют обосновать динамику изменения параметров кредитного портфеля с учетом финансового механизма конкурентного взаимодействия и дать оценку равновесному состоянию по объему кредитования каждого банка  $Y_1^P(t)$  и  $Y_2^P(t)$ , равновесной процентной ставке кредитования  $\alpha^P$ , суммарному равновесному объему кредитования  $Y^P(t)$  и объемам процентного дохода, получаемого каждым банком от реализации кредитов  $ПД_1^P(t)$  и  $ПД_2^P(t)$ .

### Литература

1. Сорокина М. Г., Гришанова А. Д., Клентак Л. С. Формирование механизмов конкурентного взаимодействия между коммерческими банками на кредитном рынке // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 6 (3). С. 812-813.
2. Сорокина М. Г., Ежов С. Е., Гришанова А. Д. Формирование устойчивых стратегий банками в условиях объемной и ценовой конкуренции на финансовом рынке // Экономические науки. 2012. № 10 (95). С. 163-168.
3. Черных И. В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем. URL: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book1>.

*Статья поступила в редакцию 04.09.18 г.*

*Рекомендуется к опубликованию членом Экспертного совета канд. экон. наук М. М. Васильевым*