



Моделирование взаимодействия предприятия розничной торговли и коммерческого банка

М.С. Редун, А.Б. Усов

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В связи с высокими темпами развития строительной отрасли, наблюдается тенденция к увеличению предприятий малого бизнеса, связанных как со строительством, так и с продажей стройматериалов. Однако их деятельность не может существовать без достаточной финансовой поддержки. В данной статье описывается двухуровневая математическая модель взаимодействия предприятия розничной торговли и коммерческого банка в качестве финансирующей структуры. Для ее исследования использовался метод имитационного моделирования, создана программная реализация алгоритма для построения равновесия Штакельберга. Идентификация предложенной модели проводилась на основе данных, полученных из сети Интернет. Были найдены оптимальные значения управлений, при которых прибыль участников максимальна. Дан анализ результатов и сделан ряд выводов.

Ключевые слова: иерархия, двухуровневая система, кредит, Штакельберг, малое предпринимательство, банк.

Введение

Малое предпринимательство является важным субъектом современной экономической системы Российской Федерации. Несмотря на неблагоприятные экономические условия, в последнее время наблюдается тенденция к увеличению числа малых предприятий. По данным Единого реестра субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП) в 2020 году было зарегистрировано 3,3 млн. организаций, а доля малого бизнеса в структуре ВВП России составила 23,5% (Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства // Федеральная налоговая служба. URL: rmsp.nalog.ru/index.html). Благодаря развитию малого предпринимательства происходит насыщение рынка разнообразием продукции высокого качества, решаются важные социально-экономические задачи, такие как создание рабочих мест, преодоление отраслевого монополизма.

Успешное функционирование малого предпринимательства в значительной степени зависит от обеспеченности предпринимателей

финансовыми ресурсами. Особую роль в экономической деятельности малых предприятий играют коммерческие банки, оказывая финансово-кредитную поддержку малому бизнесу [1]. Предоставляя кредит, банк ориентируется на его целевое назначение и определяет ставку. Полученные средства ИП использует для закупки товарно-материальных ценностей или покрывает часть затрат. Оба участника системы стремятся к максимизации своей прибыли, минимизации рисков и построению долгосрочных отношений. Подобное взаимодействие носит сложный характер, что может быть описано с помощью математической модели [2].

В данной статье рассмотрена система управления процессом кредитования предприятия малого бизнеса по продаже строительных и отделочных материалов. Отношения в рассматриваемой системе иерархичны, что означает наличие управляющего органа – центра, принимающего решение первым и управляемого субъекта – агента, действующего в соответствии с выбором центра [3].

Математическая постановка задачи

Рассматривается иерархическая система управления из двух субъектов верхнего уровня – Коммерческого банка – или ведущего и нижнего – ИП по продаже строительных и отделочных материалов. В качестве управляемой динамической системы выступает Покупатель.

Коммерческий банк делает первый ход и назначает процентную ставку по кредиту ИП на закупку товара. При её формировании он учитывает не только ключевую ставку Центрального банка, но и закладывает определенную норму прибыли в величину процента. Задачей банка является максимизация прибыли. Его целевая функция имеет вид:

$$J_{KB} = OIBn + S(pr, KR(pr)) - R(m, KR(pr)) - Ad(pr) - OExp \xrightarrow{pr} \max \quad (1)$$

Ведомый – ИП стремится к максимизации прибыли от реализации товара. Зная стратегию банка, предприниматель назначает наценку к

закупочной цене товара. При этом он учитывает не только себестоимость продукции, но и издержки обращения, такие как уплата процентов по кредиту, налоговые отчисления. Целевая функция ИП представлена в виде:

$$J_{ип} = B(m, Q(KR(pr))) - S(pr, KR(pr)) - G(m, Q(KR(pr))) \xrightarrow{m} \max \quad (2)$$

Здесь $KR(pr) = \frac{C}{(1+pr)^\alpha}$ – функция суммы капитала, предоставляемого в

кредит ИП на закупку товара [4], а $Q(KR) = \left(\frac{C}{(1+pr)^\alpha} \right)^\beta$ – количество

закупаемого товара ИП. Последняя отражает производственную функцию Кобба-Дугласа [5], где величина затрат капитала представлена суммой

кредита. $B(m, Q(KR(pr))) = (1-\omega) \cdot m \cdot A \cdot \left(\frac{C}{(1+pr)^\alpha} \right)^\beta$ – функция прибыли ИП от

реализации товара, где β – коэффициент эластичности капитала, $\beta < 1$, α – степень привлекательности процентной ставки для ИП, A – технологический коэффициент, ω – налог на добавленную

стоимость. $G(m, Q(KR(pr))) = D \cdot m^2 \cdot \left(\frac{C}{(1+pr)^\alpha} \right)^\beta$ – функция издержек на хранение

товара на складе, где D – параметр себестоимости хранения товара.

Далее опишем функциональные зависимости банка. Согласно формуле кредитного риска [6], функция затрат банка на управление кредитным риском $R(m, KR(pr))$ имеет вид $C \cdot (1+pr^2) \cdot m \cdot k$, где k – ставка риска заёмщика,

а C – параметр, от которого зависит величина кредита. $Ad(pr) = L \cdot (1+pr)^\delta$ – функция затрат банка на рекламу, где L – коэффициент корректировки затрат на рекламу, δ – степень влияния ставки на рекламные расходы. $OIBn = const$ – прочие непроцентные доходы, а $OExp = const$ – прочие расходы (аренда помещения, налоги) [7].

Ограничения на управления pr и m берутся в виде:

$$pr_{\min} \leq pr \leq pr_{\max}, \quad (3)$$

$$m_{\min} \leq m \leq m_{\max}, \quad (4)$$

где pr_{\min}, pr_{\max} – максимально и минимально возможный процент по кредиту, а m_{\min}, m_{\max} – максимальная и минимальная величина наценки ИП. Главной целью Коммерческого банка и ИП является поддержание всей системы в состоянии гомеостаза, что может быть описано в следующем виде:

$$S_{\min} \leq S(pr, KR(pr)) \leq S_{\max} \quad (5)$$

где $S_{\min}, S_{\max} = const$

Предлагаемый метод исследования модели

Исследование модели проводилось с применением имитационного моделирования на основе метода сценариев [8]. Задача сводилась к поиску оптимальных значений управляющих параметров субъектов системы, с использованием информационного регламента игры Штакельберга [9]. Предлагаемый алгоритм состоит в следующем:

1. Область допустимых управлений Ведущего разбивается на n равных частей и фиксируется его pr_j управление. Для каждого pr_j область определения управлений Ведомого разбивается на s частей и фиксируется m_i .
2. Среди полученных управлений находится максимум целевой функции Ведомого $J_{ИП}$ и запоминается его управление m_i^* .
3. Из пар точек (pr_j, m_i^*) выбирается та, при которой значение целевой функции Ведущего $J_{КБ}$ принимает наибольшее значение.

Полученная точка (pr_j^*, m_i^*) и будет являться искомым равновесием системы.

На управляющие параметры субъектов системы наложены следующие ограничения: $0,08 \leq pr \leq 0,17$ согласно данным о средних процентных ставках для МСП (Кредитование субъектов малого и среднего предпринимательства // Центральный банк Российской Федерации. URL: cbr.ru/Collection/Collection/File/32041/stat_bulletin_lending_2012-07.pdf), $1 \leq m \leq 10$, где pr в процентах, m в у.е.

Результаты расчетов

Приведем примеры численного исследования модели (1) – (5) при следующем наборе входных данных:

Пример 1. В среднем, размер потребительского кредита составляет 200000-500000 рублей, поэтому примем $C = 350000$, величина минимального резерва для ссуд зависит от ставки риска ИП, возьмём $k = 0,2$, выручка ИП в данной отрасли [10] от 1000000-1500000 руб., тогда $A = 4000$, положим $D = 300$ с учетом процента затрат ИП на хранение товара от выручки, НДС – 20% на 2021, поэтому $\square = 0,2$, средний процент на рекламу составляет 3% от выручки, поэтому $L = 21000$, $OBIn = 400000$, $OExp = 100000$ руб, $\beta = 0,35$, $\alpha = 0,7$, $\delta = 0,4$, тогда $pr = 0,13$, $m = 5$, $J_{ИП} = 346198,47$ р., $J_{КБ} = 285103,88$ р.

Пример 2. Для входных данных примера 1 и $C = 700000$, оптимальные стратегии субъектов неизменны, а $J_{КБ} = 292259.9$ р., $J_{ИП} = 175101.9$ р. Это означает, что с ростом коэффициента C увеличивается размер кредита. Это сокращает прибыль ИП и увеличивает процентный доход банка. Нередко снижение ставки с увеличением ссуды, при этом банк учитывает тип кредитования, кредитную историю заёмщика. В данном случае нет такого учета и банку невыгодно уменьшать прибыль снижением ставки.

Пример 3. Для данных примера 1 и $L = 73000$, оптимальные стратегии субъектов равны $pr = 0,15$, $m = 3$, а $J_{KB} = 373096$ р., $J_{ИП} = 15666$ р. Таким образом, банку выгодно увеличивать L , т.е. рекламные расходы, так как ставка по кредиту снижается и становится привлекательной для кредитования. Однако в целом прибыль банка сокращается, а ИП – не меняется.

Пример 4. В случае входных данных примера 1 и $\beta = 0,44$, оптимальные стратегии субъектов не изменяются, а $J_{KB} = 285103,88$ р., $J_{ИП} = 1860568.43$ р. Таким образом, с ростом β коэффициента эластичности по кредиту доход ИП возрастает, так как увеличивается количество закупаемого товара. Однако это вызывает рост затрат на хранение товарного запаса.

Заключение

В работе на основе теоретико-игрового и иерархического подходов построена математическая модель взаимодействия предприятия розничной торговли и коммерческого банка. Для её исследования создана программная реализация, выявлены некоторые закономерности функционирования:

1. С увеличением процентной ставки кредита ИП вынужден повышать наценку на товар с целью покрытия всех затрат и получения прибыли.
2. Увеличение расходов на рекламу уменьшает прибыль банка, однако возрастает сумма кредита из-за низкой ставки. Для ИП с увеличением размера закупаемого товара растет выручка. С другой стороны, это сопровождается ростом операционных затрат на хранение.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 20-31-90041.

Литература

1. Бисултанова А. А. Система кредитования предприятий малого и среднего бизнеса: зарубежный и российский опыт // Вестник науки и образования. 2015. №8(10). С. 67-69.
2. Bikker J.A., Vervliet T.M. Bank profitability and risk-taking under low interest rates. *International Journal of Finance and Economics*, 2017, Vol. 23, №1. URL: onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ijfe.1595.
3. Назиров А.Э., Усов А.Б. Моделирование трехуровневого канала распределения продукции // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2393.
4. Новиков А.М. Номинальная и эффективная процентные ставки как измерители цены кредита // *Финансы и кредит*. 2008. №28. С. 1-4.
5. Smirnov R.G, Wang K. The Cobb-Douglas production function revisited, 2019, URL: arxiv.org/abs/1910.06739.
6. Татарина Л.В. Резерв на возможные потери по ссудам как один из способов минимизации кредитного риска // *Baikal Research Journal*. 2020. Т.11, №2. С. 1-11.
7. Макарова Я.И. Понятие доходов и расходов банка. Расчет прибыли на основе укрупненных статей доходов и расходов // *Экономика и социум*, 2016, №11(30) URL: readera.org/140116718.
8. Угольницкий Г.А. Управление устойчивым развитием активных систем. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2016. 940 с.
9. Кораблина Э.В., Усов А.Б. Равновесие Штакельберга в модели согласования частных и общественных интересов // Инженерный вестник Дона, 2019, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5516.

10. Степанова С.М., Широкова Н.П. Анализ рентабельности продаж торговых организаций // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2019. №2 (58). С. 1-7.

References

1. Bisultanova A.A. Vestnik nauki i obrazovaniya. 2015. №8 (10). pp. 67-69.
2. Bikker J.A., Vervliet T.M. International Journal of Finance and Economics, 2017, Vol. 23, №1 URL: onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ijfe.1595.
3. Nazirov, A.E., Usov A.B. Inzenernyj vestnik Dona, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2393.
4. Novikov A.M. Finansy i kredit. 2008. №28. pp. 1-4.
5. Smirnov R.G, Wang K. The Cobb-Douglas production function revisited, 2019, URL: arxiv.org/abs/1910.06739.
6. Tatarinova L.V. Baikal Research Journal. 2020. Vol. 11, №2, pp. 1-11.
7. Makarova Ya.I. Ekonomika i sotsium. 2016, №11 (30) URL: readera.org/140116718.
8. Ugol'nitskiy G.A. Upravlenie ustoychivym razvitiem aktivnykh sistem [Management of sustainable development of active systems]. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YuFU, 2016. 940 p.
9. Korablina E.V., Usov A.B. Inzenernyj vestnik Dona, 2019, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5516.
10. Stepanova S.M., Shirokova N.P. Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie. 2019. №2 (58). pp. 1-7.