

**ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИГР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ОПТИМАЛЬНОЙ ДЕПОЗИТНО-КРЕДИТНОЙ СТРАТЕГИИ  
КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА В УСЛОВИЯХ  
МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

И. В. Савченко, А. В. Капусто

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь*

Выделен значимый риск для банковской системы Беларуси; изучены тенденции оттока депозитов коммерческих банков в зависимости от темпов инфляции; с использованием статистических данных «Беларусбанка» построена статистическая игра с целью определения оптимальной депозитно-кредитной стратегии; в качестве внешней среды рассмотрен уровень инфляции, стратегии банка определены с учетом изменения ставки рефинансирования. Решение статистической игры получено в условиях полной и частичной неопределенности, определена оптимальная депозитно-кредитная стратегия.

*Ключевые слова:* принятие решений; коммерческий банк; статистические игры; неопределенность; оптимальная стратегия.

**APPLICATION OF STATISTICAL GAMES TO DETERMINE THE  
OPTIMAL DEPOSIT AND CREDIT STRATEGY OF A COMMERCIAL  
BANK IN CAONDITIONS OF MACROECONOMIC UNCERTAINTY**

I. V. Savchenko, A. V. Kapusto

*Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

A significant risk for the banking system of Belarus has been identified; trends in the outflow of deposits of commercial banks depending on the rate of inflation have been studied; using the statistical data of Belarusbank, a statistical game has been built to determine the optimal deposit and credit strategy; the inflation rate was considered as an environment, the bank's strategies were formulated taking into account the variability of the refinancing rate. The solution of the statistical game is obtained under conditions of complete and partial uncertainty, the optimal deposit and credit strategy was determined.

*Keywords:* decision-making; commercial bank; statistical games; uncertainty; optimal strategy.

Коммерческие банки являются важными участниками финансового сектора и национальной экономики, выполняя в ней важнейшие функции, среди которых обеспечение движения денежных потоков и перемещения финансовых ресурсов во времени, через границу и между отдельными регионами, перераспределение их между субъектами хозяйствования, а

также обеспечение бесперебойного функционирования платежных систем и стабильности национальной валюты. [2,3]

В настоящее время в банковскую систему Республики Беларусь входит 23 коммерческих банка. Согласно классификации Национального Банка Республики Беларусь, 11 из этих банков являются системно-значимыми, т.е. обеспечение их финансовой устойчивости – принципиальный вопрос не только для банковского сектора, но и для экономики страны в целом.

Национальный Банк выделяет существенные виды рисков, присущие банковской системе, в перечень которых входит и риск ликвидности. Под ликвидностью понимается способность кредитно-финансовой организации покрыть текущие обязательства без значительных финансовых потерь за счет быстрой реализации средств по активу [2,3]. Учитывая ожидания населения и уровень его доверия к банковской системе, риск ликвидности может быть реализован в результате набега вкладчиков из-за резкого изменения макроэкономической среды [1].

Поэтому для любого коммерческого банка важно сохранить свой основной источник ликвидности – депозиты клиентов – даже при негативных внешних шоках. В то же время, необходимо обеспечить получение дохода с этих средств, т.е. перераспределить финансовые ресурсы в виде кредитов под проценты. Учитывая неопределенность, присущую резким изменениям в макроэкономической среде, сложность определения оптимальных депозитной и кредитной стратегии возрастает.

Для определения оптимальной депозитно-кредитной политики используем аппарат статистических игр. В качестве лица принимающего решение (далее – ЛПР) будет выступать крупнейший из системно значимых банков – ОАО «Беларусбанк». На 01.03.2022 года в ОАО «Беларусбанк» имелось 3166,44 млн. рублей депозитов в национальной валюте. Норма резервирования для депозитов в национальной валюте составляет 4%, а согласно статистике Национального Банка 70% депозитов физических лиц в национальной валюте составляют безотзывные, 30% – отзывные.

Таким образом, из 3166,44 млн. рублей депозитов ОАО «Беларусбанк» не являются резервами 3039,8 млн. рублей, из них – 2127,8 млн. рублей безотзывные, 911,94 млн. рублей отзывные.

На готовность вкладчиков держать деньги в банке влияет уровень инфляции. Если покупательная способность национальной валюты уменьшается быстрее, чем накапливаются проценты по вкладу, часть вкладчиков заберет свои депозиты. На безотзывные депозиты уровень инфляции такого влияния не оказывает.

Используя статистику по объему депозитов коммерческих банков и уровню инфляции за 2021 год рассчитаем коэффициент оттока  $k(i)$ . Коэффициент характеризует долю депозитов, изъятую вкладчиками из-за увеличения темпов инфляции на 1%. Для расчета коэффициент оттока

используем формулу дуговой эластичности. Коэффициент оттока  $k(i)$  равен 0,98% депозитов на 1% инфляции.

Определим стратегии Природы как возможный годовой уровень инфляции с учетом прогнозов рейтинговых агентств:  $\Pi_1 - 10\%$ ,  $\Pi_2 - 12\%$ ,  $\Pi_3 - 14\%$ ,  $\Pi_4 - 16\%$ ,  $\Pi_5 - 20\%$ . Тогда коэффициент оттока для каждого уровня инфляции составит, соответственно: 9,8%, 11,8%, 13,7%, 15,7%, 19,6%.

Оптимальная депозитная стратегия банка предполагает не только удержание депозитов вкладчиков, но и получение дохода с части этих денег, не входящих в резервы. Основной способ банка получать доход – предоставлять заемные средства под процент. Безотзывный вклад можно выдать в качестве более дорогостоящего и более долгосрочного кредита, в то время как отзывной вклад – под меньшие проценты и на меньший срок.

На проценты коммерческого банка по кредитам и депозитам влияет ставка рефинансирования Национального Банка, которая устанавливается с учетом уровня инфляции. Соответственно, увеличение инфляции приводит к увеличению ставки рефинансирования – и банковских ставок.

Поэтому стратегии ЛПР сформулируем с учетом реакции на изменения внешней среды и представим в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Стратегии ЛПР

Процентная ставка по:	Стратегии ЛПР				
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$
безотзывным депозитам	12%	12,2%	12,4%	12,6%	12,8%
отзывным депозитам	10%	10,1%	10,2%	10,3%	10,4%
кредитам на базе безотзывных депозитов	18%	18,2%	18,4%	18,6%	18,8%
кредитам на базе отзывных депозитов	15%	15,2%	15,4%	15,6%	15,8%

Источник: собственная разработка.

Элементы платежной матрицы будем рассчитывать по следующей формуле:

$$h_{ij} = S_1 \times (S_1^D - I_1) + S_2 \times (1 - k(i)) \times (S_2^D - I_2),$$

где  $S_1$  – объем безотзывных депозитов,  $S_2$  – объем отзывных депозитов,  $S_1^D$  – ставка по кредитам на базе безотзывных депозитов,  $I_1$  – ставка безотзывных депозитов,  $S_2^D$  – ставка по кредитам на базе отзывных депозитов,  $I_2$  – ставка отзывных депозитов.

В MsExcel был создан шаблон вычисления платежной матрицы, элементы которой для каждой комбинации стратегии ЛПР и стратегии природы учитывают выплату процентов по депозитам, начисление

процентов по кредитам, процент инфляции и коэффициент оттока депозитов.

Первоначальная платежная матрица статистической представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Первоначальная платежная матрица статистической игры

Стратегии	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$
$A_1$	168,80	167,23	167,14	166,97	165,83
$A_2$	169,82	168,03	166,47	164,84	162,27
$A_3$	170,44	168,83	165,80	162,71	158,72
$A_4$	171,27	169,64	166,58	163,48	159,45
$A_5$	172,09	170,44	167,37	164,25	160,18

Источник: собственная разработка.

Первоначальная платежная матрица имеет доминируемую стратегию: стратегия  $A_5$  доминирует стратегию  $A_3$ . Поэтому стратегию  $A_3$  можно исключить из платежной матрицы игры. Новая платежная матрица представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Итоговая платежная матрица статистической игры

Стратегии	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$
$A_1$	168,80	167,23	167,14	166,97	165,83
$A_2$	169,82	168,03	166,47	164,84	162,27
$A_4$	171,27	169,64	166,58	163,48	159,45
$A_5$	172,09	170,44	167,37	164,25	160,18

Источник: собственная разработка.

Определение оптимальной стратегии начнем с расчета критериев, используемых в условиях полной неопределенности [4]. Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Частные значения критериев (полная неопределенность)

Стратегии	Максимаксный критерий	Максиминный критерий	Критерий Сэвиджа	Критерий Лапласа	Критерий произведений
$A_1$	168,799	<b>165,833</b>	<b>3,290</b>	<b>167,193</b>	<b>1,30632E+11</b>
$A_2$	169,622	162,275	3,558	166,247	1,26914E+11
$A_4$	171,267	159,250	6,384	166,084	1,26159E+11
$A_5$	<b>172,090</b>	160,183	5,650	166,867	1,29161E+11

Источник: собственная разработка.

По максиминному критерию, критерию Сэвиджа, критерию Лапласа и критерию произведений оптимальной является стратегия  $A_1$ , по максимаксному критерию – стратегия  $A_5$ .

Далее рассчитаем значения критерия Байеса, используемого в условиях частичной неопределенности. Данный критерий опирается на экспертную оценку вероятностей состояний Природы, включающей три возможных варианта: оптимистичный (В1), усредненный (В2) и пессимистичный (В3) [4], таблица 5.

Таблица 5 – Частные значения критерия Байеса (три сценария)

Стратегии	Критерий Байеса (В1)	Критерий Байеса (В2)	Критерий Байеса (В3)
$A_1$	167,681	<b>167,16</b>	<b>166,740</b>
$A_2$	167,616	166,35	164,774
$A_4$	168,350	166,33	163,573
$A_5$	<b>169,149</b>	197,11	164,338

Источник: собственная разработка.

Согласно критерию Байеса для усредненного и пессимистичного сценариев оптимальной является стратегия  $A_1$ , и только для оптимистичного сценария – стратегия  $A_5$ .

Использование производных критериев требует введения определенных параметров. Для критерия Гурвица рассмотрим два значения параметра осторожности  $\lambda = 0,6$  (ЛПР настроен более пессимистично) и  $\lambda = 0,3$  (настроение ЛПР более оптимистично), для критерия Ходжа-Лемана значение параметра достоверности примем  $u = 0,3$  [4], таблица 6.

Таблица 6 – Частные значения производных критериев

Стратегии	Критерий Гурвица (0,6)	Критерий Гурвица (0,3)	Критерий Ходжа-Лемана (В1)	Критерий Ходжа-Лемана (В2)	Критерий Ходжа-Лемана (В3)
$A_1$	<b>167,02</b>	167,91	<b>166,39</b>	<b>166,23</b>	<b>166,11</b>
$A_2$	165,21	197,42	163,88	163,50	163,02
$A_4$	164,18	167,72	162,12	161,51	160,69
$A_5$	167,95	<b>168,52</b>	162,87	162,26	161,43

Источник: собственная разработка.

По критерию Гурвица, если ЛПР настроен более пессимистично, оптимальной является стратегия  $A_1$ , если же ЛПР настроен оптимистично, то оптимальная стратегия –  $A_5$ . Учитывая наличие трех вариантов для случая частичной неопределенности, значения критерия Ходжа-Лемана также были рассчитаны для трех вариантов. В каждом из них оптимальной

по данному критерию при параметре достоверности равном 0,3 является стратегия  $A_1$ .

Исходя из всех рассчитанных критериев, можно сделать вывод: наиболее эффективной стратегией активного игрока из всех представленных станет стратегия  $A_1$ , т.е. первоначальная ставка по безотзывным депозитам 12%, по отзывным – 10%, кредиты на базе безотзывных депозитов – 18%, на базе отзывных – 15%. Данная стратегия является лучшей по большинству критериев.

Таким образом, оптимальной для банка является та стратегия, которая ориентируется сугубо на ставку рефинансирования Национального Банка и заявленный уровень инфляции. Стратегии, сформированные с учетом возможных будущих изменений, в лучшем случае оказываются эффективны для оптимистического сценария. Для поддержания необходимого уровня ликвидности коммерческому банку следует сохранять достаточный уровень процентных выплат по безотзывным и отзывным депозитам и ориентироваться на прогнозы Национального Банка.

#### Библиографические ссылки

1. Аглицкий, И.С. Теоретико-игровой подход к проблеме потребительского кредитования в России / И.С. Аглицкий, Е.Н. Сирота// Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2015 №43. – С. 41-49. [Электронный ресурс] URL: <http://elibrary.ru/art2015/bv3658.pdf>. (дата обращения: 20.03.2022).
2. Банковский Кодекс Республики Беларусь. [Электронный ресурс] URL: [http://minfin.gov.by/upload/depacen/acts/bank\\_kodeks.pdf](http://minfin.gov.by/upload/depacen/acts/bank_kodeks.pdf) (дата обращения: 20.03.2022).
3. Письмо Национального Банка от 24 декабря 2010 г. № 23-14/79 «О совершенствовании практики стресс-тестирования в банках». [Электронный ресурс] URL: <https://www.nbrb.by/legislation/documents/123-14-70.pdf?ysclid=l3sfaxfklq> (дата обращения: 20.03.2022).
4. Савченко, И.В. Моделирование задач принятия решений на базе статистических игр/ И.В. Савченко // XV Машеровские чтения: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 22 октября 2021 г.: в 2 т./ Витеб. гос. ун-т; Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2021. – Т. 1. С. 32 – 34.