

УДК 519.24 + 336.71

**АГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БАНКОВСКОЙ ПАНИКИ****Раменская А.В., Фот Н.П. (Оренбург), Яркова О.Н. (Санкт-Петербург)****Введение**

Банки выступают основным финансовым посредником в экономике. Они аккумулируют временно свободные денежные средства, принимая вклады, и выдают денежные средства в качестве кредитов под процент. На финансовую устойчивость банка влияет множество факторов, в том числе финансовое поведение клиентов. С одной стороны банки подвержены рискам неплатежей по кредитам, с другой риску оттока вкладов. Крайне негативно на платежеспособности банка сказывается массовый отток средств населения, который может произойти по ряду причин, в том числе, по причинам политической и/или экономической нестабильности в стране, приводящим к угрозам обесценивания финансов и банкротства финансовой организации. Неуверенность клиентов банка в сохранности и возвратности денежных накоплений быстро распространяется, «заражая» все новых клиентов, стремящихся обналечить вклады, приводя к состоянию «банковской паники». Под термином «банковская паника» понимается массовое изъятие клиентами банка крупных сумм со счетов, обусловленное опасениями вкладчиков относительно сохранности и возвратности их сбережений.

Возможность вкладчиков закрывать вклады досрочно порождает неопределенность и заставляет банки ограничивать свои активные операции преимущественно краткосрочным кредитованием торговых организаций. Одновременное досрочное изъятие даже части срочных вкладов способно привести к банкротству практически любой банк. Мировой опыт показывает, что так называемый «набег на банки» со стороны вкладчиков в подавляющем большинстве случаев провоцируется лишь страхом, а не объективными экономическими обстоятельствами.

Проведем анализ научных публикаций, затрагивающих вопросы банковской паники.

Холшевникова О.А. и Шаповалова В.Н. [1] в своей работе провели анализ причин банковской паники на примере процессов, происходящих в РФ в 2014 году, и решений правительства РФ по стабилизации финансовой нестабильности, и как следствие снижения банковской паники. Авторы пришли к выводу, что такие причины, как асимметрия информации и банковская паника среди населения продолжают влиять на стабильность банковской системы России. Юсупова О.А. и Назарова А.В. [2] отмечают, что нивелировать процессы банковской паники помогает страхование вкладов. Несмотря на то, что исследования авторов носят теоретический характер, они подтверждают актуальность темы настоящей работы.

В работе Мариева О.С.[3] приведено описание основных причин, приводящих к возникновению банковской паники. Автором разработана экономико-математическая модель на основе теории полезности и оценена вероятность возникновения дефолта, вследствие появления внешнего фактора, стимулирующего клиентов банка, либо забирать свои средства досрочно, либо рисковать, ожидая получить накопления вместе с причитающимися процентами по вкладу.

Исакова К.С. [4] в своей работе рассматривает проблемы государственного долга и финансового кризиса банковской системы, учитывая в предлагаемых балансовых уравнениях показатели банковской паники, влияющие на финансовые средства как домохозяйств, так и финансовой системы в целом, однако в работе не

рассматривается влияние банковской паники на конкретные финансовые учреждения, чьи клиенты подверглись паническим настроениям.

Исследования Реннера А.Г., Ленерт А.Г. [5] посвящены вопросам оценки вероятности снижения объемов депозитов физических лиц в зависимости от социально-экономических показателей. Авторами показано, что наиболее существенное влияние на вероятность снижения объема депозитов физических лиц оказывает увеличение среднего индекса РТС и индекса потребительских цен. Проводя обзор вопросов банковской паники нельзя не отметить работу Даймонда-Дибвига [6], получившую Нобелевскую премию за разработку модели банковского сектора. Предложенная модель, основанная на теории контрактов, иллюстрирует опасность банковской паники, при этом одной из предпосылок модели является неограниченная ответственность банкира за неисполнение обязательств и рассматривает индивидуальный контракт между клиентом и банком, так как портфель активов банка позволяет нивелировать риски по отдельным контрактам. Распространение же модели на портфель активов накладывает достаточно много ограничений на ее параметры, в частности на законы распределения стохастических параметров исследуемого процесса.

Более «лояльным» в отношении к учету стохастических параметров является метод имитационного моделирования, который хорошо себя зарекомендовал при проведении исследований финансовых процессов в различных отраслях [7], в том числе при анализе рисков платежеспособности финансовых организаций [8, 9, 10]. Мицель А.А. и Тепикина С.Д. [11] разработали имитационную модель банка на основе принципа системной динамики. Однако авторы в модели используют в основном детерминированные величины, только параметры: процентная доходность, комиссионная доходность и расходность, цена привлеченных ресурсов являются случайными, что не позволяет исследовать процессы банковской паники. Ленерт А.Г., Реннер А.Г. [12] предложили модель банковской паники, реализованную в среде PiIGreem, однако в предложенной модели прежде всего исследовались возможности сотрудников банка, с учетом наличия денежных активов офиса и времени обработки заявок от клиентов, обслужить вкладчиков, подвергшихся панике.

### **Цель и задачи исследования**

Цель исследования – разработка имитационной модели процесса банковской паники, позволяющей оценить финансовые показатели банка.

Задачи исследования:

- разработать имитационную модель процесса досрочного закрытия депозитных вкладов клиентами банка;
- оценить финансовые показатели банка, такие как объем вкладов на депозитах, объем досрочно изъятых вкладов;
- провести сценарный анализ.

Объект исследования – региональный акционерный коммерческий банк в г. Оренбург.

Предмет исследования – имитационная модель процесса банковской паники.

### **Материалы и методы решения задач, принятые допущения**

Исследование процесса банковской паники в работе предлагается проводить методом агентного имитационного моделирования.

I этап. Структурный анализ процесса.

Процесс распространения банковской паники можно сравнить с распространением эпидемии, он представляет собой петлю положительной обратной связи, которая приводит к дестабилизации системы. С одной стороны клиенты могут

случайным образом принять решение о досрочном закрытии вклада, с другой происходит распространение информации о закрытии вкладов другими вкладчиками, что вызывает желание также досрочно изъять открытый вклад даже с риском потери процентов.

На основе анализа объекта исследования сформулирован ряд предпосылок модели:

- 1) количество потенциальных вкладчиков банка постоянная величина;
- 2) вклад характеризуется следующими параметрами: размер (руб.), срок вклада (мес.), ставка по вкладу (%), склонность вкладчика к панике (вероятность);
- 3) клиенты принимают решение о досрочном закрытии вклада случайным образом, с заданной интенсивностью (вкладов в месяц);
- 4) клиенты, досрочно закрывшие вклад, посылают сообщение об этом другим клиентам с заданной интенсивностью – детерминированная величина (параметр внешней среды);
- 5) при получении сообщения о закрытие вклада другим клиентом, принимаемое решение зависит от склонности клиента к панике;
- 6) штраф за досрочное закрытие отсутствует, клиент получает накопленную к моменту закрытию сумму;
- 7) клиенты по истечению срока вклада через случайный промежуток времени, могут открыть новый вклад;
- 8) клиенты, досрочно закрывшие вклады, могут снова открыть депозит.

II этап. Формализованное описание модели.

Для построения формальной модели выбрана система имитационного моделирования AnyLogic.

В модели агенты представляют собой клиентов банка, которые характеризуются следующими параметрами:

- depositamount – сумма депозита, случайная величина с заданным законом распределения, руб.;
- period – срок вклада, случайная величина с заданным законом распределения, мес.;
- interestrate – ставка банка по вкладу, в долях;
- periodremainder – остаток периода кредитования, мес.;
- closedeposit – сумма депозита на момент закрытия, руб.;
- panicrate – характеристика клиента, отражающая его индивидуальную склонность к риску – случайная величина распределённая равномерно на отрезке от 0 до 1.

В каждый момент времени агент может пребывать в одном из состояний: вклад открыт и по нему раз в месяц начисляют проценты (deposit); вклад закрывается по истечению периода (close); вклад закрывается досрочно (panic). При этом переход в состояние досрочного закрытия происходит случайным образом (по интенсивности), а также в виду общения клиентов. Агент из состояния panic начинает посылать сообщения другим агентам о необходимости досрочного закрытия. Если клиент закрыл вклад по истечению его срока, он через некоторый случайный промежуток времени может снова открыть вклад с новыми характеристиками. Клиенты из состояния panic могут с некоторой вероятностью снова открыть вклад.

В модели имеются следующие параметры внешней среды: частота контактов клиентов между собой, интенсивность закрытия вкладов в месяц. Также введем переменную, характеризующую склонность к панике в обществе для принятия решения о досрочном закрытии при получении сообщения от других клиентов.

Выходные параметры модели:

- график динамики действующих вкладов;
- график динамики количества клиентов банка, досрочно изъявших вклады;
- суммарный объем действующих депозитных вкладов на счетах в банке в динамике;
- накопленный объем изъятых депозитных вкладов в динамике.

III Этап. Построение и тестирование модели.

Для реализации модели выбрана среда имитационного моделирования AnyLogic – современный инструментальный многоподходного моделирования, позволяющий реализовать достаточно сложные модели как в рамках агентного подхода, так и комбинируя методы агентного моделирования, системной динамики и дискретно-событийного подхода. Выбор обусловлен необходимостью последующего совершенствования модели для наиболее полного учета факторов, влияющих на процесс распространения банковской паники.

Диаграмма состояний клиента-вкладчика, реализованная средствами AnyLogic, представлена на рисунке 1.

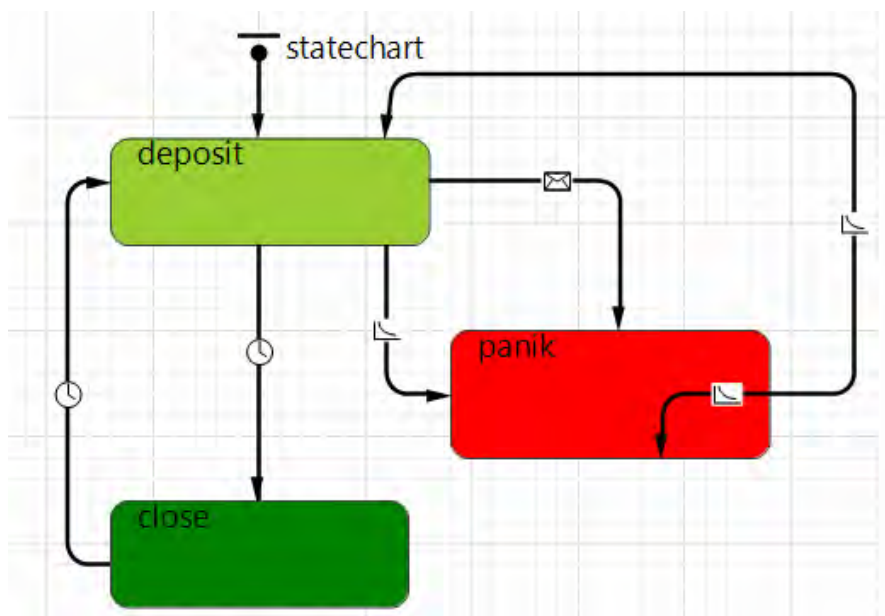


Рис. 1. Диаграмма состояний агента – клиента банка, открывшего вклад

Далее, была проведена верификация и проверка адекватности модели.

Перейдем к описанию вычислительных экспериментов.

IV Этап. Вычислительные эксперименты.

Период моделирования выбран равным трем годам. В качестве базовых параметров заданы: склонность к риску 0,5; интенсивность контактов 0,02. Математическое ожидание периода вкладов 12 месяцев. В модели принято, что размер вклада – нормально распределенная случайная величина с параметрами 550 и 127 тыс. руб. Интенсивность открытия новых вкладов «паникующими» клиентами 0,05 вкладов в месяц.

Результаты моделирования для базового сценария представлены на рисунке 2.

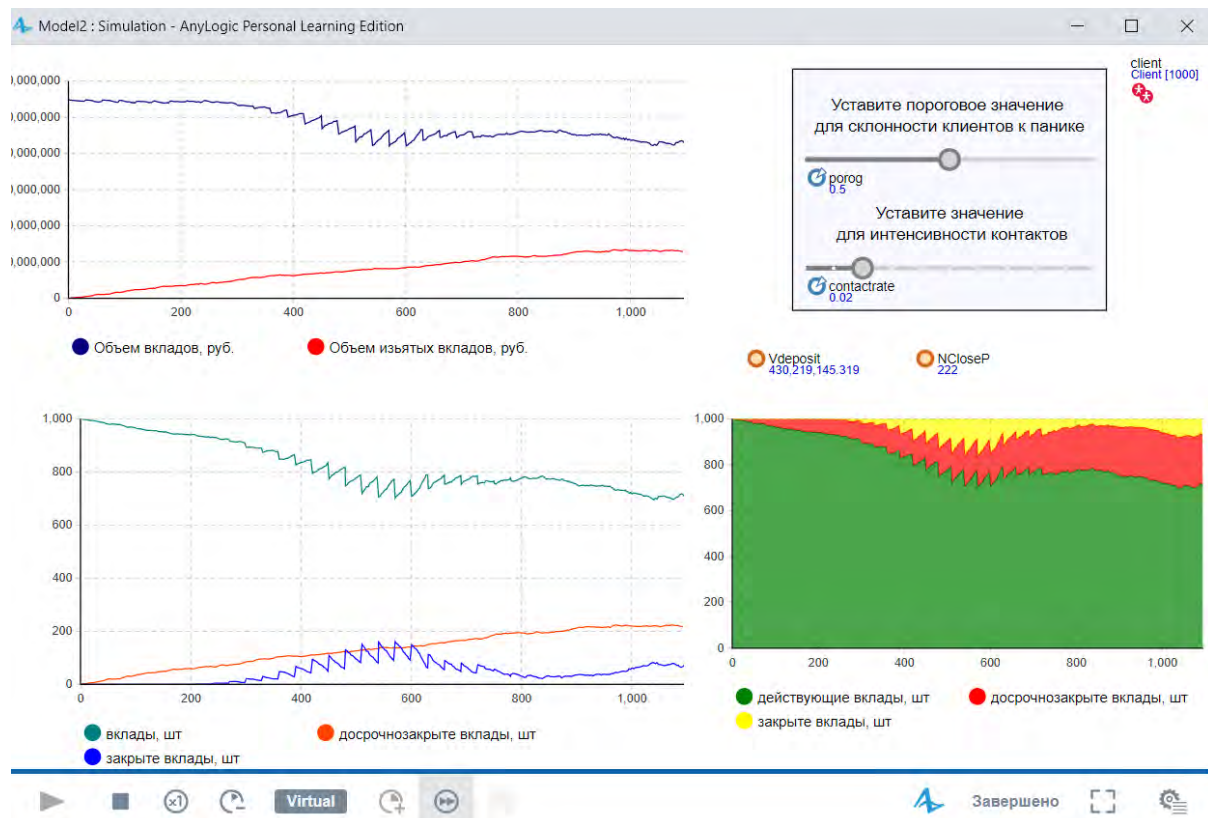


Рис. 2. Результаты моделирования для базового сценария

### Результаты и обсуждения

При значении параметров, принятых в качестве базовых, банк будет испытывать колебания с 9 по 15 месяцы, что соответствует периодам закрытия депозита по истечению срока вклада (рисунок 2). Клиенты, не подверженные панике, продолжают открывать новые депозитные вклады. В течение всего периода моделирования увеличивается количество клиентов, досрочно закрывших вклад.

Проведем сценарный анализ, используя разработанную модель. Рассмотрены сценарии: 1 – клиенты абсолютно не склонны к панике, низкая интенсивность контактов; 2 – клиенты абсолютно не склонны к панике, средняя интенсивность контактов; 3 – степень склонности к панике средняя, низкая интенсивность контактов; 4 – степень склонности к панике средняя, интенсивность контактов средняя; 5 – степень склонности к панике высокая, низкая интенсивность контактов; 4 – степень склонности к панике высокая, интенсивность контактов средняя. Результаты моделирования приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты сценарного анализа

Номер сценария	Значения входных параметров сценария		Результирующие показатели банковской паники	
	Пороговое значение склонности клиентов к панике, в долях	Интенсивность контактов, в долях	Количество досрочно закрытых вкладов, шт.	Объем вкладов на конец периода моделирования, млн. руб.
1	0	0,02	369	358,283
2	0	0,04	696	171,894
3	0,5	0,02	222	430,219
4	0,5	0,04	272	399,703

5	0,75	0,02	172	458,971
6	0,75	0,04	199	440,696

Увеличение активности контактов между клиентами приводит к росту досрочно изъятых вкладов, в то время как повышение порога для склонности клиента к панике приводит к росту суммарной величины вкладов, а значит и более устойчивому положению банка. Отметим, что важными параметрами для банка, в условиях банковской паники, являются характеристики досрочно закрываемых вкладов, такие как средний размер и период вклада.

### Заключение

В работе предложена имитационная базовая модель, характеризующая состояние банковской паники, когда клиенты банка, под воздействием различных факторов, в том числе, личностных характеристик, стремятся закрыть досрочно депозитные вклады, стимулируя к закрытию банковских вкладов все новых участников. Анализ подобных ситуаций является актуальным для оценки платежеспособности банков, выявления способов нивелирования последствий реализации банковской паники. Для моделирования использован агентный подход, имеющий широкие возможности для оценки рисков в банковской сфере. Предложенная в работе модель может быть применена риск-менеджерами банка для анализа процессов досрочного изъятия депозитных вкладов.

Выбранная среда моделирования позволяет совершенствовать модель в плане учета новых факторов, влияющих на процессы распространения банковской паники. К примеру, к перспективам дальнейшего исследования можно отнести модификацию модели, учитывающую что поддавшиеся панике клиенты могут вернуться в систему и снова открыть вклад, учет временных изменений входных параметров модели, учет стабилизирующих панику факторов – программы страхования вкладов, программы лояльности и т.п.

### Литература

1. **Холшевникова О.А.** К вопросу о банковской панике на банковском рынке / О.А. Холшевникова, В.Н. Шаповалова // Экономика и социум. – 2017. – №3 (34). – С. 1458-1463. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-bankovskoy-panike-na-bankovskom-rynke> (дата обращения: 21.09.2023).
2. **Юсупова О.А.** Актуальные вопросы страхования банковских вкладов / О.А. Юсупова, А.В. Назарова // Вызовы современности и стратегии развития общества в условиях новой реальности. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. – Москва, 2022. – С. 234-241.
3. **Мариев О.С.** Причины современных банковских кризисов и особенности их моделирования / О.С. Мариев // Вестник УГТУ-УПИ. Серия: Экономика и управление. – 2009. – № 4. – С. 106-116.
4. **Исаков К.С.** Суверенные дефолты и банковские кризисы / Журнал экономической теории.– 2021. – Т. 18. – № 1. – С. 29-47. DOI: 10.31063/2073-6517/2021.18-1.2
5. **Реннер А.Г.** Моделирование банковской паники на примере АКБ «Форштадт» (ЗАО) / А.Г. Реннер, А.Г. Ленерт // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. – 2013. – № 30. – С. 21-26.
6. **Diamond D.W.** Bank runs, deposit insurance, and liquidity. / D.W. Diamond, P.H. Dybvig // Journal of Political Economy. – 1983. – Vol. 91. – No. 3. – Pp. 401-419. <https://doi.org/10.1086/261155>

7. **Безбородникова Р.М.** Управление производственными системами на основе имитационного моделирования / Р.М. Безбородникова // Развитие и взаимодействие реального и финансового секторов экономики в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции, Оренбург, 24–25 ноября 2021 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2021. – С. 531–536.
8. **Яркова О.Н.** Математическая модель оценки рисков негосударственного пенсионного фонда / О.Н. Яркова, О.С. Чудинова, А.В. Раменская // Цифровая экономика. – 2022. – № 4(20). – С. 42-52. DOI: 10.34706/DE-2022-04-06
9. **Раменская А.В.** Имитационное моделирование процесса выдачи кредита в региональном коммерческом банке / А.В. Раменская, О.Н. Яркова // Цифровая экономика. – 2022. – № 2 (18). – С. 72-81. DOI: 10.34706/DE-2022-02-08
10. **Yarkova O.N.** Modeling the Ruin Probability of a Non-state Pension Fund Taking into Account Risky Investments / O.N. Yarkova, A. G. Renner // Smart Innovation, Systems and Technologies – 2020. – Vol. 138. – P. 528-539.
11. **Мицель А.А.** Имитационная динамическая модель банка / А.А. Мицель, С.Д. Тепикина // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2011. – №41. – С.13-18.
12. **Реннер А.Г.** Подходы к моделированию банковской паники / А.Г. Ленерт, А.Г. Реннер // Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации. Сборник материалов Международной научной конференции, посвященной 60-летию Оренбургского государственного университета. – 2015. – С. 188-192.