

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ОПЕРАЦИОННОГО РИСКА БИЗНЕС-ЛИНИИ  
«БАНКОВСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ»  
В ЭКСПРЕСС-КРЕДИТОВАНИИ\*****Галина Ивановна ГОРЕМЫКИНА<sup>а</sup>, Наталья Александровна ЩУКИНА<sup>б</sup>,  
Ирина Николаевна МАСТЯЕВА<sup>с</sup>**

<sup>а</sup> кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математических методов в экономике,  
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация  
g\_iv.05@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8047-5393>  
SPIN-код: 6421-1171

<sup>б</sup> кандидат технических наук, доцент кафедры математических методов в экономике,  
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация  
shchukinan@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5825-1051>  
SPIN-код: 7216-0324

<sup>с</sup> кандидат технических наук, доцент кафедры математических методов в экономике,  
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Российская Федерация  
imastyayeva@mail.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 6126-5614

\* Ответственный автор

**История статьи:**

Получена 27.06.2018  
Получена в доработанном  
виде 12.07.2018  
Одобрена 27.07.2018  
Доступна онлайн 24.12.2018

УДК 336.77+51-77  
JEL: C02, C65, G21

**Ключевые слова:**

имитационная модель,  
экспресс-кредит,  
операционный риск,  
агрегированная модель  
оценки, непредвиденные  
потери

**Аннотация**

**Предмет.** Формализованные средства моделирования и анализа бизнес-линии «Банковское обслуживание физических лиц» в экспресс-кредитовании. Одним из основных объектов моделирования бизнес-линии является оценка операционного риска.

**Цели.** Разработка агрегированной модели оценки рисков в экспресс-кредитовании, соответствующих двум из семи стандартизованных Базельским комитетом по банковскому надзору категорий операционного риска, связанного с невозвратами.

**Методология.** Применялись методы имитационного моделирования.

**Результаты.** Построена агрегированная экономико-математическая модель оценки рисков в экспресс-кредитовании. На основе построенной модели разработаны методика и алгоритм соответствующей оценки. Проведена классификация торговых точек с учетом возможности оппортунистического поведения агента.

**Область применения.** Результаты исследования могут быть применены в банках и микрофинансовых организациях.

**Выводы.** Результаты моделирования позволяют получить агрегированную оценку внешнего и внутреннего операционных рисков в текущем периоде.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

**Для цитирования:** Горемыкина Г.И., Щукина Н.А., Мастяева И.Н. Моделирование оценки операционного риска бизнес-линии «Банковское обслуживание физических лиц» в экспресс-кредитовании // *Финансы и кредит*. — 2018. — Т. 24, № 12. — С. 2678 — 2694.  
<https://doi.org/10.24891/fc.24.12.2678>

**Введение**

Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—

2030 гг.<sup>1</sup> в целях противодействия угрозам экономической безопасности постулирует укрепление финансовой системы, обеспечение ее суверенитета. Любой элемент финансовой системы репрезентирует специфицированную

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект «Экономико-математическое моделирование системы управления рисками в розничном экспресс-кредитовании» № 17-06-00193.

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 годы».

сферу финансовых отношений, и от того, в какой степени отрегулированы эти отношения, зависит общее состояние финансовой системы государства. Как отмечают В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин, Е.Д. Сушко, М.А. Бурилина, незаконные финансовые операции наносят значительный ущерб экономике, поскольку достигли масштабов, объем которых превращает их в фактор политического влияния на национальном, региональном и муниципальном уровнях, тем самым угрожая национальной безопасности многих стран мира [1]. Одним из ключевых элементов финансовой системы является банковский сектор. По замечанию Е.Ю. Хрусталёва, банки — планетарное явление, обладающее колоссальной финансовой мощностью, значительным денежным капиталом [2]. К стандартным направлениям деятельности банковского сектора относят следующие восемь производственных линий: Corporate finance, Trading and sales, Retail banking, Commercial banking, Payment and settlement, Agency services and custody, Asset management, Retail brokerage. Высокая степень прибыльности экспресс-кредитования для банка, отмечаемая М. Голдбергом и Э. Палладини [3], а также наметившаяся тенденция увеличения объемов такого кредитования, выявленная Е.Г. Воловатовой и И.Н. Мастяевой в [4], приводят к необходимости развития формализованных средств моделирования и анализа бизнес-линии Retail banking (Банковское обслуживание физических лиц) в экспресс-кредитовании. Одним из основных объектов моделирования указанной бизнес-линии является оценка операционного риска, которая должна учитываться руководством банка при разработке стратегии и постановке целей<sup>2</sup>.

Согласно подходу, предлагаемому Базельским комитетом по банковскому надзору, операционный риск оценивается как величина ожидаемых и непредвиденных убытков (потерь), которые должны быть компенсированы капиталом, отчисляемым на

операционный риск<sup>3</sup>. В статье рассматривается риск возникновения потерь, обусловленных оппортунистическим (недобросовестным) поведением агента вследствие асимметрии информации. Обеспечение добросовестного поведения представляет собой многофакторную задачу<sup>4</sup>. Риск оппортунистического поведения может быть индуцирован как потенциальным клиентом, так и сотрудником банка. В первом случае клиент выступает в роли информированной стороны (агента), сотрудник, оформляющий кредит, выступает в роли неинформированной стороны (принципала); такой вид риска оппортунистического поведения называют риском внешнего мошенничества. Во втором случае в роли агента выступает сотрудник (не исключено, что в сговоре с клиентом), в роли принципала — банк; такой вид риска оппортунистического поведения называют риском внутреннего мошенничества. Основные признаки оппортунистического поведения заемщиков и сотрудников, а также факторы, его вызывающие, исследованы и подробно описаны Л.Ф. Петровым и А.А. Долгополовым<sup>5</sup>, А.А. Киселевым и А.С. Чуриловым [5], М.С. Люфтом и И.В. Пещанской [6], Д.А. Власовым [7], Е.Г. Гладких [8].

Для оценки операционного риска производственной линии «Банковское обслуживание физических лиц» необходимо установить размер отчисляемого капитала по операциям с физическими лицами. В данной работе определяются размеры ожидаемых и непредвиденных потерь, которые должны быть компенсированы капиталом, отчисляемым на операционный риск, с

<sup>2</sup> «Концептуальные основы управления рисками организации: интеграция со стратегией и управлением деятельностью» COSO 2017.  
URL: <https://www.coso.org/Pages/erm.aspx>

<sup>3</sup> Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework – Comprehensive Version June 2006. URL: <http://www.bis.org>

<sup>4</sup> Основные направления развития финансового рынка Российской Федерации на период 2016 — 2018 годов.  
URL: [http://www.cbr.ru/statichhtml/file/41540/onrfr\\_2016-18.pdf](http://www.cbr.ru/statichhtml/file/41540/onrfr_2016-18.pdf)

<sup>5</sup> Петров Л.Ф., Долгополов А.А. Скоринговые модели оценки риска проведения клиентами банков сомнительных финансовых операций // Информационные технологии и математические методы в экономике и управлении (ИТиММ-2016). VI международная научно-практическая конференция имени А.И. Китова. М.: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2016. С. 32 — 44.

проекциями на внутреннее и внешнее мошенничество. В процессе исследования применялось имитационное моделирование, осуществляемое на основе:

- статистических данных одного из российских банков, входящих, по информации компании Frank Research Group<sup>6</sup>, в пятерку лидеров по объемам портфеля экспресс-кредитов на 01.03.2018;
- мониторинга работы соответствующих структурных подразделений, который проводился ежедневно в период с 01.03.2017 по 01.03.2018.

Имитационное моделирование в отличие от аналитического и, в частности, дифференциального [9] нередко является более доступным по стоимости, более гибким и менее затратным по времени выполнения. На целесообразность его использования как инструмента управления рисками указывают в своих работах Н.П. Тихомиров, Т.М. Тихомирова, Э.М. Хамитов [10], Е.Ю. Дорохина [11], А.А. Емельянов [12] и другие авторы.

### **Имитационное моделирование бизнес-линии «Банковское обслуживание физических лиц» как системы массового обслуживания**

Экспресс-кредитование (синоним POS-кредитование) относится к бизнес-линии «Банковское обслуживание физических лиц», которую на различных уровнях ее функционирования, таких как операционный отдел, кредитный отдел, кредитный комитет и другие, можно представить как систему массового обслуживания. Бизнес-процессы, протекающие в этой системе, ориентированы на обслуживание заявок по оформлению и обслуживанию кредита, представляющего интерес для потенциального заемщика. Входной поток заявок каждого структурного подразделения на каждом уровне формируется внутри системы, а выходные потоки образуют результаты обслуживания обработанных

заявок. На *рис. 1* представлен пример детализации процессов.

Для создания имитационной модели бизнес-линии «Банковское обслуживание физических лиц» в экспресс-кредитовании была проведена декомпозиция системы. Были выделены следующие элементы.

#### **1. Источник заявок, который характеризуется:**

- средним временем поступления заявок  $t$  на получение экспресс-кредита;
- количеством потенциальных заемщиков, обратившихся для получения экспресс-кредита;
- законом распределения интервалов времени между возникновением заявок.

#### **2. Канал обслуживания, который характеризуется:**

- средним временем обслуживания  $t_s$  заявок на получение экспресс-кредита;
- количеством заемщиков, требование которых удовлетворено;
- законом распределения времени обработки поступившей заявки;
- объемами выданных экспресс-кредитов в выбранную единицу времени.

Обработка статистических данных, полученных в процессе проведения мониторинга, выявила следующие закономерности. Временной интервал между поступлениями заявок на экспресс-кредитование является случайной величиной, подчиняющейся экспоненциальному закону распределения; среднее время поступления заявок составляет  $t = 12,5$  мин. Решение о выдаче экспресс-кредита принимается на основе анкеты потенциального заемщика и данных о его кредитной истории. В силу указанных особенностей решение о выдаче экспресс-кредита принимается быстро. Временной интервал обработки поступившей заявки является случайной величиной, подчиняющейся нормальному закону распределения с математическим ожиданием

<sup>6</sup> Крупнейшие игроки рынка розничных банковских услуг.  
URL: [https://frankrg.com/index.php?new\\_div\\_id=145#POS](https://frankrg.com/index.php?new_div_id=145#POS)

$t_s = 9,8$  мин. и средним квадратическим отклонением  $\sigma_s = 2,3$  мин. Решение об удовлетворении требования о выдаче экспресс-кредита принимается в 77,7% случаев обращений. Введенные параметры позволяют определить годовые прогнозные значения объемов и количества выданных банком экспресс-кредитов, а также оценку операционного риска.

### **Моделирование объемов и количества выданных экспресс-кредитов**

Для построения имитатора используем инструмент визуального моделирования Simulink, интегрированный в математический пакет MATLAB. В качестве входных параметров имитационной модели выступают показатели среднего времени между поступлениями заявок в систему, среднего времени обслуживания (рассмотрения) требований на получение экспресс-кредита и величина среднего объема выданного заемщику кредита в течение одного дня. Количественный показатель времени работы отделения банка характеризуется величиной, равной 365 дням. Этот показатель выберем в качестве времени моделирования. Управление модельным временем осуществляем по особым состояниям. Схема полученной модели и результаты моделирования представлены на *рис. 2*.

Блок Score позволяет получить графическое представление результатов моделирования годовых объемов выданных экспресс-кредитов. Это дает возможность наблюдать за процессом накопления кумулятивной суммы с учетом вероятности одобрения заявок. Содержание блока Score изображено на *рис. 3*. Недостаточная графическая наглядность объясняется большим количеством событий, происходящих в системе в процессе моделирования.

Результаты моделирования позволяют получить прогнозные значения годовых объемов выданных экспресс-кредитов и их количество, а также рассчитать средний объем экспресс-кредита, приходящегося на одного заемщика при сохранении текущих значений входных показателей. На одного заемщика

приходится в среднем кредит в размере 26 812 руб.

### **Моделирование оценки операционного риска в экспресс-кредитовании в условиях стохастической неопределенности**

При достаточных объемах статистических данных для моделирования оценки рисков, как правило, используют стохастические модели [13]. Риск описывают с помощью функции  $F$  распределения вероятностей  $P$  случайной величины возможных потерь  $x$ :

$$F(x) = P(x < U),$$

где  $U$  — пороговое значение величины возможных потерь.

В качестве законов распределения величины потерь от операционного риска используют нормальное распределение, биномиальное распределение, распределение Пуассона, логнормальное распределение, распределение Вейбулла, обобщенное бета-распределение, гамма-распределение, распределение Парето и другие [14, 15]. Выбор типа распределения вероятностей определяется характером изучаемого процесса. При этом предпочтение следует отдать более простой модели, если она адекватно отражает реальные статистические данные. Основными особенностями данных, характеризующих величину потерь от операционного риска, являются положительное значение коэффициента асимметрии, достаточно большое положительное значение коэффициента эксцесса и наличие «тяжелого хвоста», то есть присутствие редких событий, приводящих к большим потерям [16, 17]. Для процессов экспресс-кредитования наличие «тяжелого хвоста» в распределении потерь от операционного риска не является характерным в силу особенностей данного банковского продукта.

Для оценки операционного риска оппортунистического поведения в экспресс-кредитовании необходимо определить распределение частоты и объемов потерь. Исследования показывают, что эти параметры можно моделировать отдельно [15]. Для моделирования количества рискованных событий

большинство кредитных организаций применяют распределение Пуассона или биномиальное распределение. Для моделирования величины операционных убытков одним из распространенных является подход LDA (Loss Distribution Approach), а также теория экстремальных значений EVT (extreme value theory). Однако при недостаточном количестве статистических данных эти методы могут приводить к получению смещенных оценок величины операционных убытков [18].

Количество случаев потерь от операционного риска оппортунистического поведения может быть описано дискретной случайной величиной, подчиняющейся биномиальному закону распределения:

$$P_n(k) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k},$$

где  $n$  — количество всех возможных рисков событий за год;

$k$  — количество реализованных рисков событий за год;

$C_n^k$  — число сочетаний из  $n$  элементов по  $k$ ;

$p$  — вероятность единичной реализации последствия при условии наступления рисков события.

Согласно данным аудиторской проверки исследуемого банка, доля потерь от внутреннего и внешнего мошенничества в 2017 г. составила 0,12% и 1,61% соответственно, что позволяет охарактеризовать рисков события как редкие. Поэтому для описания числа таких событий целесообразно воспользоваться предельным случаем биномиального распределения — распределением Пуассона:

$$P(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda},$$

где  $\lambda$  — средняя интенсивность наступления  $k$  рисков событий в год.

Определим интенсивность наступления рисков событий в течение одного года. Воспользуемся результатами Simulink-моделирования. Прогнозное значение

количества выданных экспресс-кредитов составило 2 586 тыс. в год. Это позволяет определить средние значения числа наступления рисков событий, связанных с внутренним и внешним мошенничеством. Для операционного риска внутреннего мошенничества это значение составило  $\lambda_1 = 2\,586\,000 \cdot 0,12\% = 3\,103$ , для операционного риска внешнего мошенничества —  $\lambda_2 = 2\,586\,000 \cdot 1,61\% = 41\,635$ .

Определим годовые потери в денежном выражении по каждой из рассматриваемых категорий операционного риска. Анализ результатов мониторинга показал следующее. Случайная величина  $X_1$  потерь от наступления одного события, связанного с операционным риском внутреннего мошенничества, подчиняется нормальному закону распределения со средним значением  $\mu_1 = 26\,796$  руб. и среднеквадратическим отклонением  $\sigma_1 = 3\,512$  руб. Случайная величина  $X_2$  потерь от наступления одного события, связанного с операционным риском внешнего мошенничества, также подчиняется нормальному закону распределения, при этом среднее значение  $\mu_2 = 26\,811$  руб., среднеквадратическое отклонение  $\sigma_2 = 3\,537$  руб.

Моделирование оценки ожидаемых и непредвиденных годовых потерь проведем методом статистических испытаний Монте-Карло, который представляет собой численный метод решения при помощи моделирования случайных величин и включает следующие шаги. На первом шаге производится симуляция количества случаев потерь за один год. На втором шаге генерируются объемы однократных потерь. На третьем шаге вычисляется размер общих годовых потерь. Проведем имитационное моделирование оценки операционного риска внутреннего (внешнего) мошенничества по следующему алгоритму.

1. Используя датчик случайных чисел, сгенерируем 10 000 значений количества случаев потерь  $n_1(n_2)$  за один год, подчиняющихся распределению Пуассона с параметром  $\lambda_1 = 3\,103 (\lambda_2 = 41\,635)$ .

2. Используя датчик случайных чисел, сгенерируем 10 000 значений объемов однократных потерь  $x_1(x_2)$ , подчиняющихся нормальному закону распределения с параметрами  $\mu_1=26\,796$  руб.,  $\sigma_1=3\,512$  руб. ( $\mu_2=26\,811$  руб.,  $\sigma_2=3\,537$  руб.).

3. Вычислим размер общих годовых потерь  $X_1=n_1 \cdot x_1$  ( $X_2=n_2 \cdot x_2$ ).

Графики эмпирических функций распределения сгенерированных случайных величин  $n_1$  и  $x_1$  изображены на *рис. 4*.

По результатам численных экспериментов получены имитированные распределения общих годовых потерь от операционного риска внутреннего и внешнего мошенничества. Описательная статистика полученных распределений приведена в *табл. 1*.

Полученные результаты являются основой для построения агрегированной модели оценки операционного риска. Выполнив этапы имитационного моделирования по методу Монте-Карло, мы получили имитированное распределение совокупных годовых потерь. По сгруппированным данным была построена гистограмма (*рис. 5*).

С помощью критерия согласия Пирсона [19] было проверено, с одинаковой ли частотой встречаются разные значения признака в эмпирическом и теоретическом распределениях, то есть согласуется ли нулевая гипотеза о принадлежности нормальному распределению генеральной совокупности  $X$  общих годовых потерь с полученным эмпирическим распределением выборки. При уровне значимости  $\alpha=0,05$  и при уровне значимости  $\alpha=0,01$  выдвинутая гипотеза была принята. Получены следующие основные числовые характеристики случайной величины  $X$  совокупных годовых потерь: математическое ожидание  $E(X)=1\,200,864$  млн руб., стандартное отклонение  $\sigma(X)=147,949$  млн руб.

Имитационные эксперименты моделирования показали следующие результаты.

- Величина ожидаемых потерь составляет 1 200,864 млн руб.

- 99% квантиль равен 1 545,045 млн руб.

Следовательно, размер непредвиденного убытка (непредвиденных потерь), представляющий собой разность между 99% квантилем и величиной ожидаемых потерь, составляет 344,181 млн руб. Коэффициент непредвиденных убытков, равный отношению размера непредвиденного убытка к величине ожидаемых потерь, составляет 0,287. Геометрическая интерпретация полученных результатов представлена на *рис. 6*.

Таким образом, совокупные годовые объемы потерь, связанные с операционным риском внутреннего и внешнего мошенничества, составляют 1 545,045 млн руб., что составляет 2,2% от совокупных годовых объемов выданных POS-кредитов. При этом размер капитала, резервируемого на непредвиденные потери, составляет 28,7% от совокупных годовых объемов убытков, включающих ожидаемые и непредвиденные потери банка, связанных с операционным риском внутреннего и внешнего мошенничества по бизнес-линии «Банковское обслуживание физических лиц».

#### **Классификация торговых точек на основе анализа возможности оппортунистического поведения агента**

Одной из отличительных особенностей экспресс-кредитования является возможность оформления кредита без посещения банка. Заявка может быть оформлена по месту совершения покупки. К сотрудникам торговых сетей, осуществляющих сделку, жесткая проверка внутренней системы безопасности, как правило, не применяется. Однако, как отмечает Е.Г. Снегова<sup>7</sup>, факты оппортунистического поведения, связанного с мошенническими действиями указанных сотрудников, относятся к одним из самых опасных по своим последствиям. Поэтому оценка рисков в экспресс-кредитовании

<sup>7</sup> Снегова Е.Г. Методологические проблемы оценки рисков в экспресс-кредитовании в российской и мировой практике // Фундаментальные и прикладные исследования: новое слово в науке. Материалы международной научно-практической конференции. М.: Научное обозрение, 2013. С. 342—350.

должна проводиться с учетом не только особенностей кредитного продукта, но и возможности асимметрии информации, поступающей от торговой точки, в которой оформляется сделка. Для этого необходимо провести классификацию торговых точек на основе анализа возможности оппортунистического поведения агентов.

Классификацию торговых точек проведем методом  $k$ -средних [20]. Для этого множество всех торговых точек  $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$  представим в виде дизъюнктного объединения

его непустых подмножеств:  $T = \bigcup_{i=1}^k A_i$ . Это

позволит распределить  $T_1, T_2, \dots, T_n$  по кластерам и тем самым выявить торговые точки с различной степенью организованности мошеннических схем. Метод  $k$ -средних требует предварительной гипотезы о количестве кластеров. Формирование гипотезы является сложным процессом. Количество кластеров может быть установлено исходя из предшествующих исследований, теоретических соображений (в зависимости от степени точности, с которой ведется обработка, и количества объектов в выборке) или представлений экспертов об объекте классификации.

Проведенные имитационные эксперименты показали, что случайная величина  $X$  совокупных годовых потерь, связанных с операционным риском внутреннего и внешнего мошенничества, подчиняется нормальному закону распределения с математическим ожиданием  $E(X) = 1\,200,864$  млн руб. и стандартным отклонением  $\sigma(X) = 147,949$  млн руб. Согласно правилу трех сигм, вероятность попадания реализации нормального распределения в интервал  $(E(X) - 3\sigma(X); E(X) + 3\sigma(X))$  составляет 0,9973. Поэтому гипотеза о количестве кластеров формировалась следующим образом. В кластер  $A_1$  попадали торговые точки, в которых величина совокупных годовых потерь от операционного риска не превышала математического ожидания  $E(X)$ , полученного в результате моделирования. В качестве начального центра кластера выбиралась точка

$$Z_{01} = E(X) - \frac{1}{2}\sigma(X) = 1\,126,885 \text{ млн руб.}$$

Дальнейшее распределение объектов по кластерам с указанием начального центра каждого кластера приведено в табл. 2.

Таким образом, была сформирована гипотеза, что количество кластеров должно равняться четырем. Содержательно каждый кластер имеет следующую интерпретацию. Кластер  $A_1$  содержит торговые точки, в которых мошеннические схемы, возможно, отсутствуют или степень их организованности очень низка. Кластеры  $A_2, A_3$  и  $A_4$  содержат точки, в которых степень организованности мошеннических схем является низкой, высокой и очень высокой соответственно [21]. Увеличенная «емкость» кластера  $A_1$  объясняется тем, что руководство банка в первую очередь заинтересовано в уменьшении степени гранулированности информации, касающейся торговых точек, в которых весьма вероятна организованность мошеннических схем. Торговые точки, в которых величина совокупных годовых потерь не превосходит среднего, не являются для руководства банка «экстремальными» относительно оппортунистического поведения их агентов.

Для оценки качества кластеризации, полученной методом  $k$ -средних, необходимо рассчитать средние значения для каждого кластера. При хорошей кластеризации должны быть получены сильно отличающиеся средние для всех измерений или хотя бы большей их части. Для проведения кластеризации случайным образом были выбраны сто торговых точек, осуществляющих сделки по оформлению POS-кредита. Результаты проведенной кластеризации на основе предложенной гипотезы приведены в табл. 3.

Результаты проведенной кластеризации свидетельствуют о ее высоком качестве и применимости на практике для классификации торговых точек по степени организованности в них мошеннических схем. При этом можно заметить, что средние значения величины потерь от операционного риска внутреннего и внешнего мошенничества оказались ниже их прогнозных значений, полученных в результате проведенного

моделирования, что согласуется с выводами Банка России о нисходящем тренде объемов сделок с признаками оппортунистического поведения.

### Заключение

Для достижения цели исследования предложен подход имитационного моделирования бизнес-линии «Банковское обслуживание физических лиц» как системы массового обслуживания. Одним из основных объектов моделирования явилась оценка операционного риска. Построена агрегированная экономико-математическая модель оценки рисков в экспресс-кредитовании, учитывающая

операционный риск оппортунистического поведения агента. На основе построенной модели разработаны методика и алгоритм этой оценки. Проведена классификация торговых точек на базе анализа возможности оппортунистического поведения агентов.

Данный подход может найти применение и для оценки риска других направлений деятельности банка. Это позволит руководству банка принимать решения с определенным временно-пространственным опережением, что в свою очередь будет способствовать интеграции управления рисками с процессами стратегического планирования и управления эффективностью деятельности банка.

**Таблица 1**

Описательная статистика имитированных распределений общих объемов годовых потерь

**Table 1**

Descriptive statistics of simulated distributions of total annual losses

Показатель	Значения годовых потерь от операционного риска внутреннего мошенничества, $X_1$	Значения годовых потерь от операционного риска внешнего мошенничества, $X_2$
Среднее	83 083 200,03	1 117 780 425
Стандартная ошибка	111 330,979	1 474 764,792
Медиана	83 040 925,23	1 116 410 681
Мода	72 802 101,33	1 184 947 854
Стандартное отклонение	11 133 097,9	147 476 479,2
Дисперсия выборки	1,23946E+14	2,17493E+16
Эксцесс	0,015551942	-0,016589123
Асимметричность	0,018963391	-0,011944251
Интервал	83 537 254,95	1 122 119 961
Минимум	40 904 750,09	577 656 327,1
Максимум	124 442 005	1 699 776 288
Сумма	8,30832E+11	1,11778E+13
Счет	10 000	10 000
Уровень надежности (95%)	218 231,1258	2 890 835,809

Источник: результаты обработки вычислительных экспериментов по методу Монте-Карло

Source: The results of computational experiment processing by using the Monte Carlo technique



**Таблица 2****Первоначальное распределение торговых точек по кластерам****Table 2****Initial distribution of retail outlets by cluster**

Значение $i$	Кластер	Промежуток величины совокупных годовых потерь $X$ от операционного риска, млн руб.	Начальный центр кластера, $Z_0$ , млн руб.
2	$A_2$	$E(X) < X \leq E(X) + \sigma(X)$	$E(X) + \frac{1}{2}\sigma(X)$
3	$A_3$	$E(X) + \sigma(X) < X \leq E(X) + 2\sigma(X)$	$E(X) + \frac{3}{2}\sigma(X)$
4	$A_4$	$X > E(X) + 2\sigma(X)$	$E(X) + \frac{5}{2}\sigma(X)$

Примечание.  $E(X) = 1\,200,864$ ;  $\sigma(X) = 147,949$ ;  $E(X) + \frac{1}{2}\sigma(X) = 1\,274,8385$ ;  $E(X) + \sigma(X) = 1\,348,813$ ;

$E(X) + \frac{3}{2}\sigma(X) = 1\,422,785$ ;  $E(X) + 2\sigma(X) = 1\,496,762$ ;  $E(X) + \frac{5}{2}\sigma(X) = 1\,570,7365$ .

Источник: авторская разработка

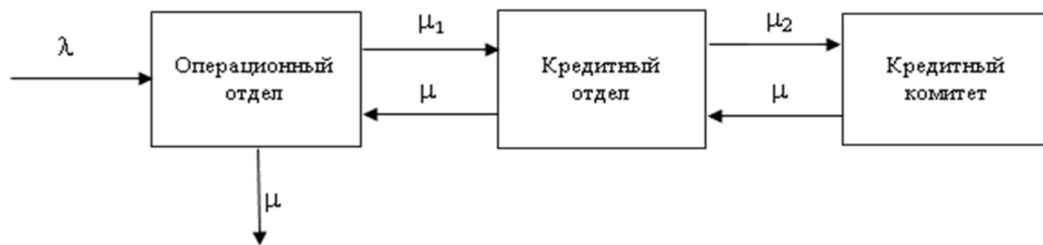
Source: Authoring

**Таблица 3****Результаты распределения торговых точек по кластерам****Table 3****The results of retail outlets distribution by cluster**

Значение $i$	Кластер	Количество торговых точек в кластере, %	Центр кластера, $Z_0$ , млн руб.
1	$A_1$	31	1 000,7004
2	$A_2$	39	1 200,3808
3	$A_3$	25	1 341,9164
4	$A_4$	5	1 491,7295

Источник: авторская разработка

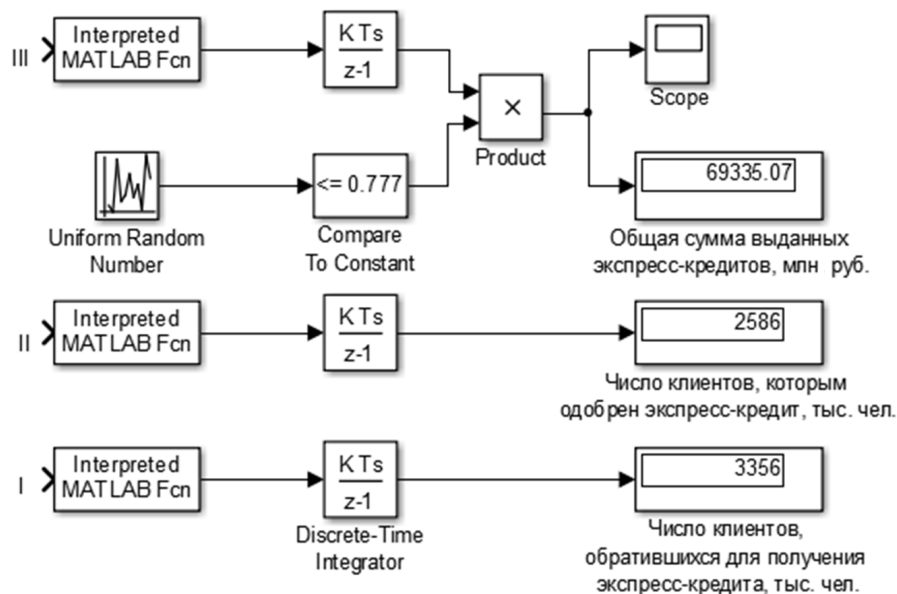
Source: Authoring

**Рисунок 1****Фрагмент формирования потоков заявок бизнес-линии «Банковское обслуживание физических лиц»****Figure 1****A fragment of request flow formation of the Retail Banking business line**

*Примечание.*  $\lambda$  — интенсивность входного потока заявок на экспресс-кредитование,  $\mu_1$  — интенсивность потока заявок на экспресс-кредитование после прохождения операционного отдела,  $\mu_2$  — интенсивность потока заявок на экспресс-кредитование после прохождения кредитного отдела,  $\mu$  — интенсивность выходного потока заявок на экспресс-кредитование.

*Источник:* авторская разработка

*Source:* Authoring

**Рисунок 2****Схема модели и результаты моделирования процесса экспресс-кредитования****Figure 2****A model diagram and the simulation results of the express lending process**

*Источник:* авторская разработка

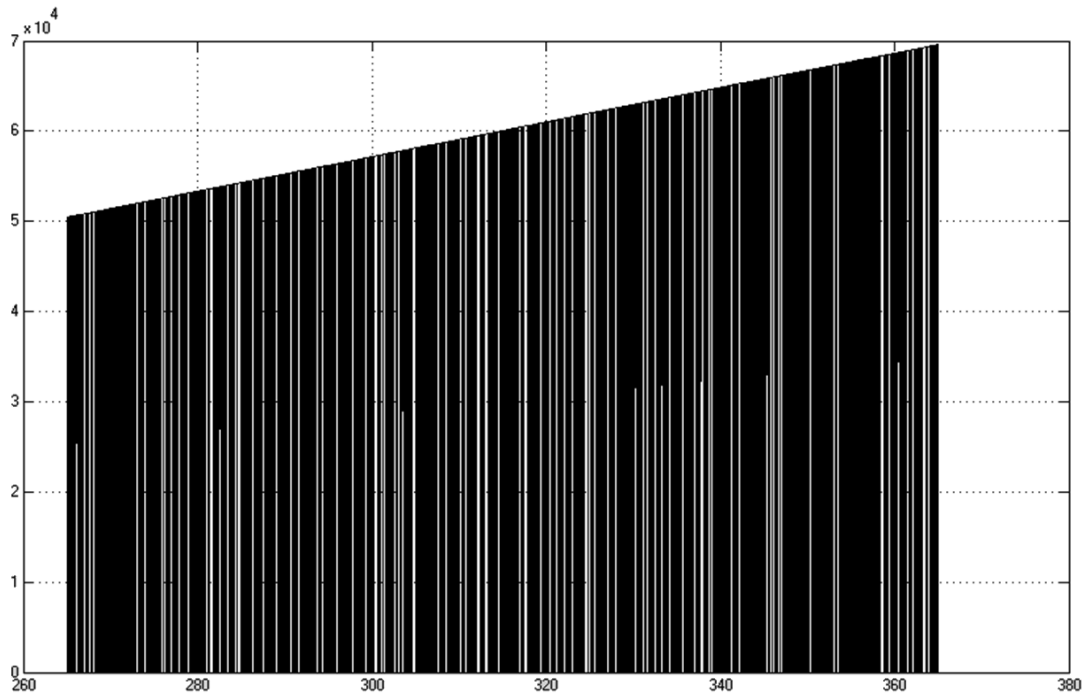
*Source:* Authoring

**Рисунок 3**

Графическое представление кумулятивной суммы выданных POS-кредитов (компьютерное отображение)

**Figure 3**

Graphical view of cumulative amount of POS loans issued: A screen shot



Источник: авторская разработка

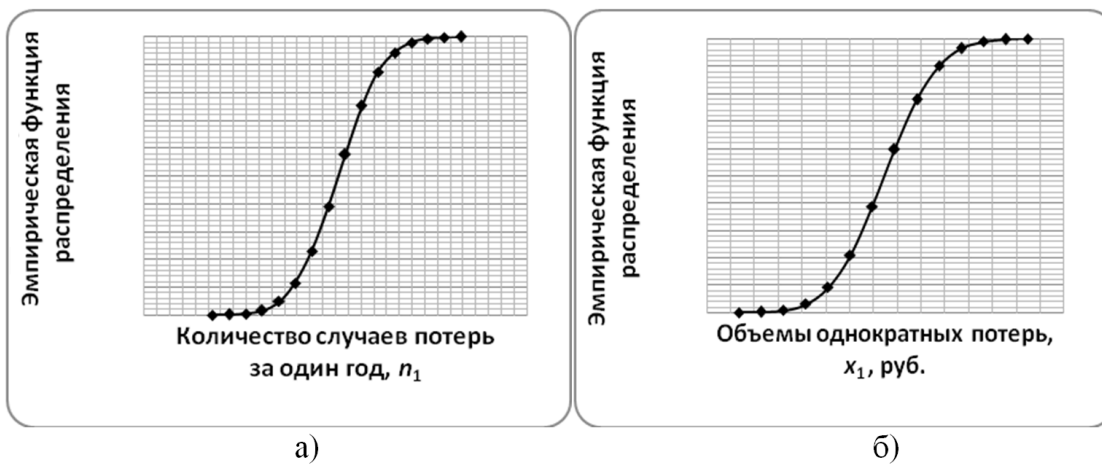
Source: Authoring

**Рисунок 4**

Эмпирические функции распределения случайных величин: а) количества случаев потерь за один год; б) объемов однократных потерь, руб.

**Figure 4**

Empirical functions of random variables distribution: a) the number of loss events in a year; b) the volume of one-off losses, RUB



Источник: авторская разработка

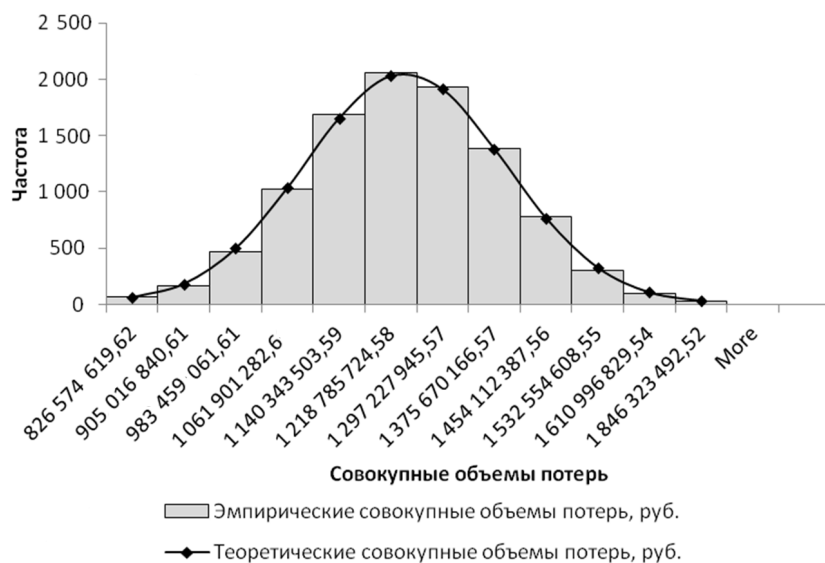
Source: Authoring

**Рисунок 5**

Гистограмма совокупных годовых объемов потерь от операционного риска внутреннего и внешнего мошенничества

**Figure 5**

A histogram of total annual losses from operational risk caused by internal and external fraud



Источник: авторская разработка

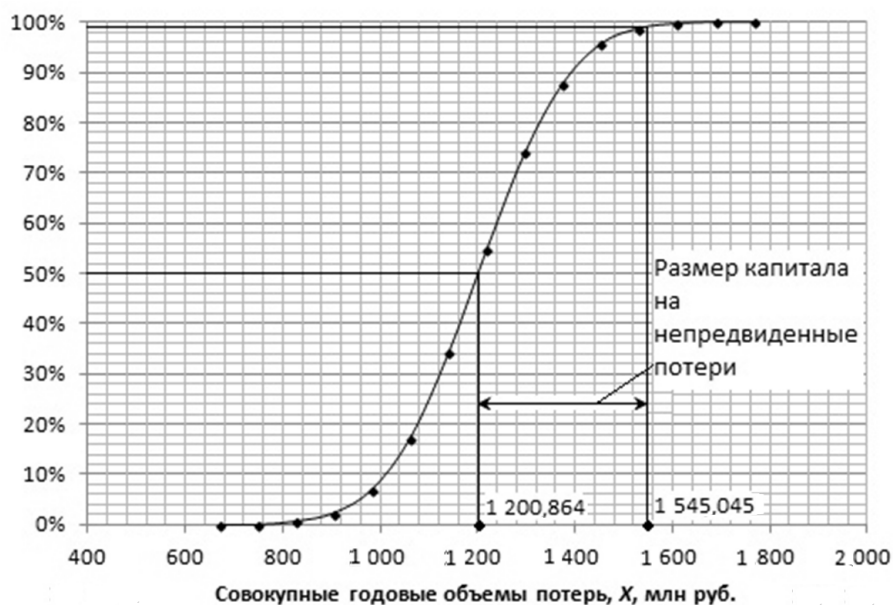
Source: Authoring

**Рисунок 6**

Функция распределения совокупных годовых объемов потерь от операционного риска внутреннего и внешнего мошенничества

**Figure 6**

Distribution function of total annual losses from operational risk caused by internal and external fraud



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

## Список литературы

1. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д., Бурилина М.А. Разработка математической модели для количественной оценки последствий незаконных финансовых операций // Управленческое консультирование. 2016. № 3. С. 85—95.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-matematicheskoy-modeli-dlya-kolichestvennoy-otsenki-posledstviy-nezakonnyh-finansovyh-operatsiy>
2. Хрусталёв Е.Ю. Когнитивная модель развития банковской системы Российской Федерации // Экономика и математические методы. 2011. Т. 47. № 2. С. 117—127.
3. Goldberg M., Palladini E. Managing Risk and Creating Value with Microfinance. Washington, World Bank Publications, 2010, 136 p.  
URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2442>
4. Мастяева И.Н., Воловатова Е.Г. Особенности управления рисками в розничном экспресс-кредитовании: современные тенденции // Фундаментальные исследования. 2017. № 12-2. С. 374—378. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42032>
5. Киселев А.А., Чурилов А.С. Оппортунистическое поведение заемщика в банковском секторе: сущность, формы, факторы возникновения // Экономика и предпринимательство. 2017. № 5-1. С. 686—689.
6. Люфт М.С., Пещанская И.В. Риск-менеджмент банка в части работы с риском недобросовестного поведения: современный этап // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 3. С. 182—186.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/risk-menedzhment-banka-v-chasti-raboty-s-riskom-nedobrosovestnogo-povedeniya-sovremennyy-etap>
7. Власов Д.А. Применение математических методов для измерения неравенства распределения доходов населения // Системные технологии. 2018. № 1. С. 26—28.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-matematicheskikh-metodov-dlya-izmereniya-neravenstva-raspredeleniya-dohodov-naseleniya>
8. Гладких Е.Г. Оппортунизм в банковском секторе России // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2015. № 5. С. 92—98.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opportunizm-v-bankovskom-sektore-rossii>
9. Синчуков А.В. К вопросу об использовании дифференциальных моделей в экономических исследованиях // Системные технологии. 2018. № 1. С. 78—81.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ispolzovanii-differentsialnyh-modeley-v-ekonomicheskikh-issledovaniyah>
10. Тихомиров Н.П., Тихомирова Т.М., Хамитов Э.М. Имитационные методы оценки эффективности участия во взаимном страховании // Экономика природопользования. 2016. № 6. С. 4—17.
11. Дорохина Е.Ю., Качурин Д.А. Жизненный цикл строительного проекта: моделирование затрат // Фундаментальные исследования. 2017. № 8-1. С. 159—163.
12. Емельянов А.А., Власова Е.А., Емельянова Н.З., Прокимнов Н.Н. Имитационное моделирование инвестиционных процессов // Прикладная информатика. 2012. № 2. С. 93—99. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnoe-modelirovanie-investitsionnyh-protsessov>
13. Тихомиров Н.П., Тихомирова Т.М. Риск-анализ в экономике. М.: Экономика, 2010. 317 с.

14. McDonald J.B., Yexiao J.X. A Generalization of the Beta Distribution with Applications. *Journal of Econometrics*, 1995, vol. 66, iss. 1-2, pp. 133–152.
15. Panjer H. Operational Risk: Modeling Analytics. Hoboken, John Wiley & Sons, 2006, 448 p.
16. Rippel M., Teplý P. Operational Risk – Scenario Analysis. *Prague Economic Papers*, 2011, vol. 1, pp. 23–39. URL: <https://doi.org/10.18267/j.pep.385>
17. Chalupka R., Teplý P. Operational Risk Management and Implications for Bank's Economic Capital – A Case Study. *IES Working Paper*, 2008, no. 17, 37 p.
18. Кох Л.В., Булацкий С.М. Проблемы моделирования величины потерь от операционного риска в коммерческом банке // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2016. № 3. С. 169—181. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-modelirovaniya-velichiny-poter-ot-operatsionnogo-riska-v-kommercheskom-banke>
19. Pearson K. On the Criterion That a Given System of Deviations from the Probable in the Case of a Correlated System of Variables Is Such That It Can Be Reasonably Supposed to Have Arisen from Random Sampling. In: Kotz S., Johnson N.L. (Eds) Breakthroughs in Statistics. Springer Series in Statistics / Perspectives in Statistics. New York, NY, Springer, 1991, 680 p.
20. Hartigan I.A., Wong M.A. Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society Series C (Applied Statistics)*, 1979, vol. 28, no. 1, pp. 100–108.
21. Петров Л.Ф., Долгополов А.А. Формализация оценки благонадежности клиентов кредитных организаций в рамках противодействия легализации денежных доходов // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-3. С. 563—567.  
URL: <https://fundamental-research.ru/en/article/view?id=36854>

### **Информация о конфликте интересов**

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

**MODELING THE OPERATIONAL RISK ASSESSMENT OF RETAIL BANKING BUSINESS LINE IN EXPRESS LENDING****Galina I. GOREMYKINA<sup>a,\*</sup>, Natal'ya A. SHCHUKINA<sup>b</sup>, Irina N. MASTYAEVA<sup>c</sup>**<sup>a</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation  
g\_iv.05@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-8047-5393><sup>b</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation  
shchukinan@yandex.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-5825-1051><sup>c</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation  
imastyaeva@mail.ru  
ORCID: not available

\* Corresponding author

**Article history:**Received 27 June 2018  
Received in revised form  
12 July 2018  
Accepted 27 July 2018  
Available online  
24 December 2018**JEL classification:** C02, C65,  
G21**Keywords:** simulation model,  
express loan, operational risk,  
aggregated model, contingent  
loss**Abstract****Subject** The upward trend in instant loans necessitates formalized tools to simulate and analyze the *Retail Banking* business line in express lending. The operational risk assessment is one of the main modeling objects of the said business line.**Objectives** We aim to develop an aggregated model to assess risks in instant lending that correspond to two out of seven event type categories of operational risk associated with default on loans, which were standardized by the Basel Committee on Banking Supervision.**Methods** The study draws on the simulation modeling methodology.**Results** We built an aggregated economic and mathematical model to assess risks in express lending. The model considers the operational risk associated with opportunistic behavior by agents. Using the model, we developed a methodology and algorithm for assessment. The paper also provides a classification of retail outlets that takes into account the potential for opportunistic behavior by agents.**Conclusions** Our simulation observations enable an aggregate assessment of external and internal operational risks inherent in the *Retail Banking* business line of banking outlets in the current period. The findings may be applied by banks and microlenders to assess operational risks in instant lending and create a system to manage them.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

**Please cite this article as:** Goremykina G.I., Shchukina N.A., Mastyaeva I.N. Modeling the Operational Risk Assessment of Retail Banking Business Line in Express Lending. *Finance and Credit*, 2018, vol. 24, iss. 12, pp. 2678–2694.  
<https://doi.org/10.24891/fc.24.12.2678>**Acknowledgments**The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research as part of project № 17-06-00193, *Economic and Mathematical Modeling of Risk Management System in Instant Lending to Retail Customers*.**References**

1. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sushko E.D., Burilina M.A. [Development of Mathematical Model for a Quantitative Assessment of Consequences of Illegal Financial Operations]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie = Administrative Consulting*, 2016, no. 3, pp. 85–95.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-matematicheskoy-modeli-dlya-kolichestvennoy-otsenki-posledstviy-nezakonnyh-finansovyh-operatsiy> (In Russ.)

2. Khrustalev E.Yu. [Cognitive Model of the Russian Banking System]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2011, vol. 47, no. 2, pp. 117–127. (In Russ.)
3. Goldberg M., Palladini E. Managing Risk and Creating Value with Microfinance. The World Bank, 2010, 147 p. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2442>
4. Mastyaeva I.N., Volovatova E.G. [Risk management in the retail express-loans: Modern trends]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2017, no. 12-2, pp. 374–378. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42032> (In Russ.)
5. Kiselev A.A., Churilov A.S. [Opportunistic behavior of the borrower in the banking sector: The nature, forms and factors of occurrence]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2017, no. 5-1, pp. 686–689. (In Russ.)
6. Lyuft M.S., Peshchanskaya I.V. [Bank's risk management regarding risk of misconduct at the present stage]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii = Proceedings of Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2014, no. 3, pp. 182–186. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/risk-menedzhment-banka-v-chasti-raboty-s-riskom-nedobrosovestnogo-povedeniya-sovremennyy-etap> (In Russ.)
7. Vlasov D.A. [The application of mathematical methods for measuring inequality in the distribution of income of the population]. *Sistemnye tekhnologii = System Technologies*, 2018, no. 1, pp. 26–28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-matematicheskikh-metodov-dlya-izmereniya-neravenstva-raspredeleniya-dohodov-naseleniya> (In Russ.)
8. Gladkikh E.G. [Costs of opportunistic behavior in Russian economy]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of Petrozavodsk State University*, 2015, no. 5, pp. 92–98. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opportunizm-v-bankovskom-sektore-rossii> (In Russ.)
9. Sinchukov A.V. [On the use of differential models in economic research]. *Sistemnye tekhnologii = System Technologies*, 2018, no. 1, pp. 78–81. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ispolzovanii-differentsialnykh-modeley-v-ekonomicheskikh-issledovaniyah> (In Russ.)
10. Tikhomirov N.P., Tikhomirova T.M., Khamitov E.M. [Simulation methods for assessing the effectiveness of participation in the mutual insurance]. *Ekonomika prirodopol'zovaniya = Environmental Economics*, 2016, no. 6, pp. 4–17. (In Russ.)
11. Dorokhina E.Yu., Kachurin D.A. [Construction project life cycle: Cost modeling]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2017, no. 8-1, pp. 159–163. (In Russ.)
12. Emel'yanov A.A., Vlasova E.A., Emel'yanova N.Z., Prokimnov N.N. [Simulating investment processes]. *Prikladnaya informatika = Applied Informatics*, 2012, no. 2, pp. 93–99. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnoe-modelirovanie-investitsionnykh-protsessov> (In Russ.)
13. Tikhomirov N.P., Tikhomirova T.M. *Risk-analiz v ekonomike* [Risk analysis in the economy]. Moscow, Ekonomika Publ., 2010, 317 p.
14. McDonald J.B., Yexiao J.X. A generalization of the beta distribution with applications. *Journal of Econometrics*, 1995, vol. 66, iss. 1-2, pp. 133–152.
15. Panjer H. Operational Risk: Modeling Analytics. Hoboken, John Wiley & Sons, 2006, 448 p.



16. Rippel M., Teplý P. Operational Risk – Scenario Analysis. *Prague Economic Papers*, 2011, vol. 1, pp. 23–39. URL: <https://doi.org/10.18267/j.pep.385>
17. Chalupka R., Teplý P. Operational Risk Management and Implications for Bank's Economic Capital – A Case Study. *IES Working Paper*, 2008, no. 17, 37 p.
18. Kokh L.V., Bulatskii S.M. [Problems of modelling operational loss severity in commercial banking]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki = Saint-Petersburg State Polytechnic University Journal. Economics*, 2016, no. 3, pp. 169–181.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-modelirovaniya-velichiny-poter-ot-operatsionnogo-riska-v-kommercheskom-banke> (In Russ.)
19. Pearson K. On the Criterion That a Given System of Deviations from the Probable in the Case of a Correlated System of Variables Is Such That It Can Be Reasonably Supposed to Have Arisen from Random Sampling. In: Kotz S., Johnson N.L. (Eds) *Breakthroughs in Statistics. Springer Series in Statistics / Perspectives in Statistics*. New York, NY, Springer, 1991, 680 p.
20. Hartigan I.A., Wong M.A. Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 1979, vol. 28, no. 1, pp. 100–108.
21. Petrov L.F., Dolgoplov A.A. [Formalization of assessment of clients' reliability of credit institutions in sphere of anti-money laundering]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2015, no. 2-3, pp. 563–567.  
URL: <https://fundamental-research.ru/en/article/view?id=36854> (In Russ.)

#### **Conflict-of-interest notification**

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.