

УДК 004.94

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.28.1.011](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.28.1.011)

Конфигурирование портфеля проектов коммерческого банка на основе имитационной модели

З.А. Усманова, А.А. Ханова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Резюме: Решается задача построения имитационной модели конфигурирования портфеля проектов коммерческого банка. Рассмотрены основные процессы имитационной модели проектной деятельности коммерческого банка. Рассмотрена логическая схема моделирующего алгоритма, представляющая собой структуру модели процесса функционирования системы. Осуществлен анализ стохастических факторов, выявленных на основе консультаций со специалистами из различных структурных подразделений коммерческого банка, изучения специализированной литературы. Факторы случайности классифицированы в соответствии с вызываемыми ими видами банковских рисков. Подобраны распределения вероятностей для каждого из выделенных факторов случайности. Формализована задача вычисления совокупного риска портфеля проектов коммерческого банка, на основе имитационной модели. Определены структура и взаимосвязи субмоделей в имитационной модели проектной деятельности коммерческого банка. Описаны элементы имитационной модели конфигурирования портфеля проектов коммерческого банка, формирующие субмодели с использованием различных способов представления. Определены взаимосвязи между типами риска банковских проектов (входными параметрами) и совокупным риском портфеля проектов коммерческого банка (результатирующим показателем). Проведены эксперименты с моделью, на основе факторного плана. Показана возможность уточнения и оценки конфигурации портфеля проектов коммерческого банка на основе теории планирования экспериментов с имитационной моделью.

Ключевые слова: портфель проектов, коммерческий банк, конфигурация, факторный план, имитационная модель, банковский проект.

Для цитирования: Усманова З.А., Ханова А.А. Конфигурирование портфеля проектов коммерческого банка на основе имитационной модели. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(1). Доступно по: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/UsmanovaKhanova_1_20_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.011

Configuration of commercial bank project portfolio based on simulation model

Z.A.Usmanova, A.A.Khanova

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia*

Abstract: The task of building a simulation model of configuration of a portfolio of commercial bank projects is solved. The main processes of simulation model of commercial bank project activity are considered. The logic scheme of the modeling algorithm is considered, which is the structure of the model of the system functioning process. The analysis of stochastic factors identified on the basis of consultations with specialists from various structural divisions of the commercial bank, study of specialized literature was carried out. The factors are classified according to the types of banking risks they cause. Probability distributions are selected for each of the selected accident factors. The task of calculating the total risk of a portfolio of commercial bank projects, based on a simulation model, has been formalized. The structure and relationships of submodels in the simulation model of commercial bank project activity are defined. Elements of simulation model of configuration of portfolio of commercial bank projects forming submodels using different presentation methods are described.

Relationships between risk types of bank projects (input parameters) and the aggregate risk of the business bank portfolio (result indicator) are defined. Experiments were carried out with the model, based on the factor plan. The possibility of clarifying and evaluating the configuration of the portfolio of commercial bank projects based on the theory of planning experiments with the simulation model is shown.

Keywords: project portfolio, commercial bank, configuration, financial plan, simulation model, banking project.

For citation: Usmanova Z.A., Khanova A.A. Configuration of commercial bank project portfolio based on simulation model. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2020;8(1). Available from: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/02/UsmanovaKhanova_1_20_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2020.28.1.011 (In Russ).

Введение

Формирование портфеля проектов коммерческого банка (ППКБ) включает в себя рассмотрение значительного числа альтернативных системных конфигураций портфеля, характеризующихся совокупностью показателей проектов коммерческого банка, соотношением типов банковских проектов, финансовыми, трудовыми и временными ресурсами, применяемыми технологии и т.д. [1]. При этом возникает необходимость отслеживать не единичный проект, а поток банковских проектов (БП) [2]. Стохастичность процесса формирования ППКБ, высокий уровень эвристики обуславливают необходимость применения метода имитационного моделирования для конфигурирования портфеля проектов коммерческого банка [3]. Для определения будущих тенденций и закономерностей процесса необходимо смоделировать структуру проектной деятельности КБ.

Материалы и методы

Основой для построения имитационной модели (ИМ) ППКБ послужила структурная схема проектного управления КБ. В качестве транзактов модели выступают банковские проекты, полученные в ходе формирования ППКБ методами теории игр [4]. Для решения поставленной задачи имитационного моделирования проектной деятельности коммерческого банка (КБ) была разработана структурная схема (Рисунок 1):



Рисунок 1 – Структурная схема проектной деятельности КБ
 Figure 1 – Structural diagram of commercial bank project activity

Имитационная модель проектной деятельности КБ состоит из 5 субмоделей («Организационные БП», «Инвестиционные БП», «Технические БП», «БП развития»,

«Оценка риска»), в совокупности приводящих к формированию и конфигурированию ППКБ (Рисунок 2).

На основе схемы моделирующего алгоритма построена логическая схема моделирующего алгоритма, представляющая собой структуру модели процесса функционирования систем [5]. Предложенная ИМ реализована в среде имитационного моделирования (СИМ) Arena. Использование ИМ проектной деятельности коммерческого банка возможно только при наличии заданных параметров моделирования.

Для имитационной модели проектной деятельности КБ можно выделить следующие факторы случайности: процентное соотношение БП различных типов; длительность выполнения БП.

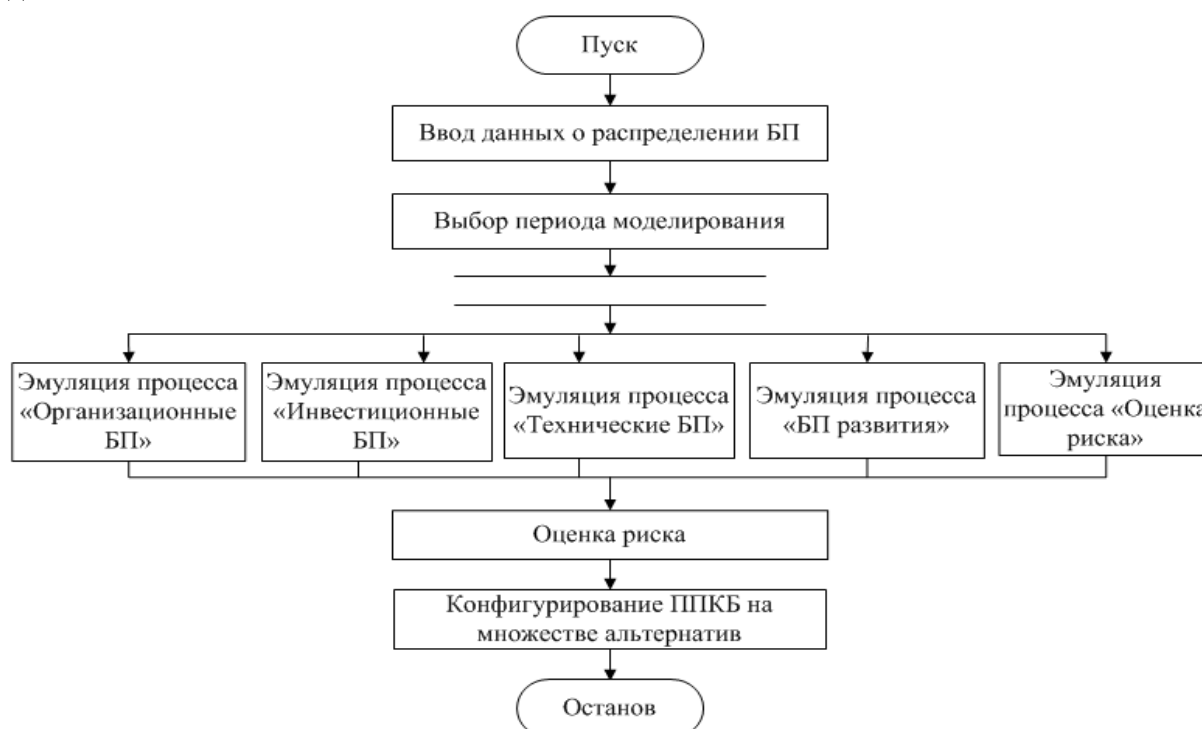


Рисунок 2 – Схема моделирующего алгоритма
 Figure 2– The scheme of the modeling algorithm

Факторы случайности выделены на основе консультаций со специалистами из различных структурных подразделений коммерческого банка, изучения специализированной литературы по работе банковской системе, проектному и риск-менеджменту [6-8]. Факторы риска, заданные в виде распределений вероятности (p) влияют на итоговый результат моделирования проектной деятельности КБ и принятие решений (Таблица 1). Адекватность работы ИМ зависит от правильно подобранного распределения вероятностей для каждого из выделенных факторов случайности.

Таблица 1 – Факторы случайности, классифицированные в соответствии с вызываемыми ими видами банковских рисков
Table 1 – Random factors classified according to the types of banking risks they cause

Виды рисков	Факторы случайности	Виды рисков	Факторы случайности
Операционный	p ошибки в расчетных операциях; p ошибок в планировании бюджета БП; p простоя из-за внешних факторов; рост себестоимости бизнес-процессов.	Инвестиционный	p досрочного отзыва банковских вкладов; p снижения ликвидности активов; p снижения ликвидности фондирования; p изменения курса ценных бумаг, находящихся в инвест. портфеле КБ.
Правовой	p изменения законодательства, регулирующего банковскую сферу; p изменения ставки рефинансирования; p дефолта.	Кредитный	p несвоевременной выплаты процентов по долгу, и как следствие снижение ликвидных средств КБ; p некредитоспособности заемщика.
Валютный	p неблагоприятного изменения курса национальной валюты по отношению к валютам других стран; p изменения величины поступающих из-за рубежа доходов при их перерасчете в национальную валюту.		

Статистические данные по стохастическим факторам собраны в ходе технико-экономического анализа проектной деятельности коммерческого банка. В приложении Input Analyzer (компонент среды имитационного моделирования Arena) осуществлен подбор функций теоретического распределения вероятностей к статистическим данным по стохастическим факторам, оценены параметры распределений и рассчитаны показатели соответствия распределения имеющимся данным. Пример формализации некоторых факторов случайности ИМ ППКБ приведен в Таблице 2.

Таблица 2 - Подбор распределения вероятностей для факторов случайности
Table 2 - Selection of probability distribution for random factors

Факторы случайности	Параметры распределения	Функция распределения
вероятность ошибок в планировании бюджета БП	UNIF(40.2, 80.4)	$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 40.2; \\ \frac{x - 40.2}{40.2}, & \text{если } 40.2 \leq x \leq 80.4; \\ 1, & \text{если } 80.4 < x \end{cases}$
вероятность дефолта	UNIF(0.5, 22.5)	$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < 0.5; \\ \frac{x - 0.5}{22.0}, & \text{если } 0.5 \leq x \leq 22.5; \\ 1, & \text{если } 22.5 < x \end{cases}$

Для проверки правильности подобранной функции теоретического распределения был использован критерий хи-квадрат (критерий согласия Пирсона) [9]. В результате p -величина, характеризующая наибольшее значение вероятности ошибки, при нормальном

распределении является наименьшей. Таким образом, нормальное распределение подходит для исследуемых значений статистической информации КБ.

Ключевыми параметрами моделируемой системы являются типы риска БП, и совокупный риск ППКБ:

$$Kr = f(tr_1, \dots, tr_{nr}),$$

где tr_1, \dots, tr_{nr} - риск-переменные (типы риска БП, являющиеся случайными величинами);

nr - число риск-переменных;

Kr - совокупный риск ППКБ.

Совокупный риск ППКБ Kr является результирующим показателем, переменными показателями считаются оценки типов риска каждого БП, включенного в портфель. При определении совокупного риска нельзя ориентироваться на величину риска отдельных проектов, т.к диверсификация существенно снижает возможные суммарные потери.

Представим совокупный риск ППКБ Kr , как сумму видов рисков проектов, входящих в портфель, являющихся случайными величинами, изменение которых может повлиять на эффективность выполнения ППКБ и величину планируемой прибыли, взвешенных по размеру позиций, подверженных риску:

$$Kr = \sum_{ik=1}^{nk} \sum_{ir=1}^{nr} (w_{ir} \cdot tr_{ir}),$$

где w_{ir} - удельный вес типа риска БП ($\sum w_{ir} = 1$);

tr_{ir} - показатель, характеризующий уровень типа риска БП;

nr - число рассматриваемых типов риска БП;

$ir = 1, \dots, nr$;

nk - количество проектов ППКБ;

$ik = 1, \dots, nk$.

Для ранжирования рисков по степени приоритетности для ППКБ каждому типу риска tr присваивается весовой коэффициент в соответствии со значимостью. Максимальное значение коэффициента присваивается рискам, имеющим наибольшее значение для БП, минимальное – рискам последнего ранга. При этом должны соблюдаться обязательные условия неотрицательности весовых коэффициентов и приравнивание их суммы к единице.

Рассмотрим основные компоненты структуры имитационной модели проектной деятельности КБ, описав элементы, формирующие субмодели с использованием различных способов представления. Модуль анимации предназначен для динамического отображения проектной деятельности КБ. С помощью интерфейсов, разработанная на VBA, пользователь может указать величину бюджета, количество сотрудников, длительность выполнения ППКБ и другие параметры ИМ. В качестве транзактов модели выступают БП, которые подаются на вход ИМ в соответствии с последовательностью, сформированной методами теории игр (Рисунок 3). Для этого в параметрах модуля «Bankovskie proekty» подключено расписание «Shedule BP», отражающее очередность поступления транзактов в ИМ.

В модулях «Opredelenie sovokupnogo budget» и «Budget user» отражена проверка БП на бюджетные ограничения, задаваемые пользователем. Транзакты, превышающие заданный пользователем в параметрах моделирования бюджет ППКБ, покидают модель.

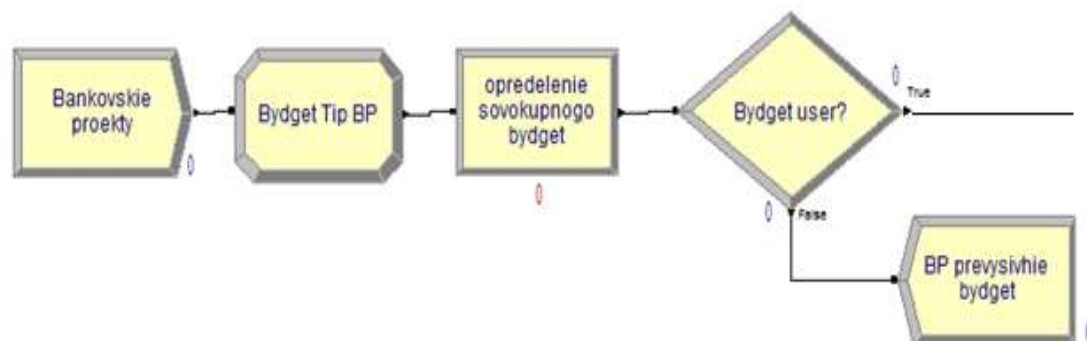


Рисунок 3 – Поступление транзактов в имитационную модель
 Figure 3– Receipt of Transactions in Simulation Model

Модуль «Vybor tip BP» описывает процесс распределения и обработки БП в зависимости от типа. Тип БП, задается в переменной «В» модуля «Bydget tip BP» (Рисунок 3). Транзакты, попадающие в модуль «Vybor tip BP», направляются по одной из исходящих ветвей, в зависимости от типа БП (организационный, инвестиционный, технический, развития). Далее каждый тип БП обрабатывается в соответствующей субмодели (Рисунок 4). Группы блоков Station и Route вспомогательные, служат для анимации процессов ИМ. Переменные «Org», «Inv», «Tex», «Raz» задаются в одноименных модулях Assign и отвечают за вычисление количества БП определенного типа. Модули «Org user», «Inv user», «Tex user», «Raz user» эмулируют процесс установки ограничений пользователя на количество БП определенного типа в ППКБ. В блоках «Org user», «Inv user», «Tex user» задерживают транзакты, и пропускают только те БП, которые соответствуют условиям, указанным пользователем в параметрах моделирования.

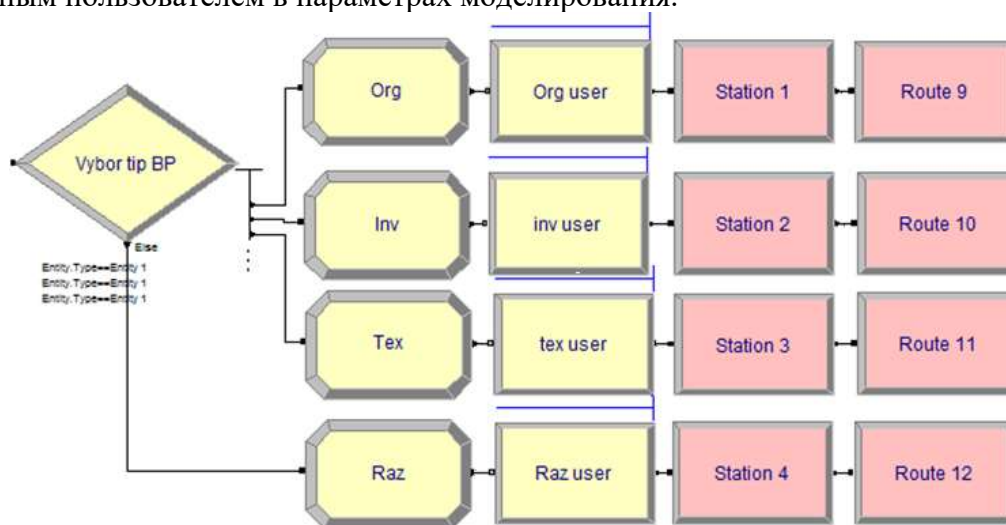


Рисунок 4 - Распределение БП по субмоделям в зависимости от типа
 Figure 4– Distribution of bank projects by sub-model by type

Далее транзакты ИМ направляются в соответствующие отделы для обработки и выполнения операций по проекту. СИМ Arena позволяет задать пул (множество) ресурсов, например, сотрудники, объединены в пулы ресурсов (руководство, менеджеры, кассиры, инженеры). В результате повышается детализация и гибкость ИМ проектной деятельности КБ – каждый ресурс моделируется отдельно, ресурсы различны, есть возможность задать для каждого свои характеристики (влияющие на стоимость выполнения работ или на их продолжительность).

Детально рассмотрим основные субмодели ИМ ППКБ:

1. Субмодель «Организационные БП» - позволяет эмулировать процессы обработки организационных БП, которые связаны с изменениями в организационной структуре и выполняются при контроле руководства, сотрудниками отдела кадров.
2. Субмодель «Инвестиционные БП» эмулирует процессы выполнения инвестиционных проектов коммерческого банка, которые связаны с оформлением сделок с иностранной валютой, а также операциями с ценными бумагами.
3. Субмодель «Технические БП» эмулирует процессы выполнения технических БП, к которым относятся автоматизация бизнес процессов, обучение сотрудников новым программам, внедрение и обслуживание оборудования.
4. Субмодель «БП развития» - эмулирует процессы выполнения проектов развития в КБ, которые связаны с разработкой продуктов и услуг, открытием офисов и представительств, введение новых организационных подразделений и должностей.

На выходе основных субмоделей транзакты попадают в модуль «Formirovanie PPKB», который отвечает за объединение БП в портфель проектов КБ (Рисунок 5). Модуль «PPKB cf» эмулирует процессы формирования ППКБ в соответствии с параметрами моделирования. Переменные модуля «Kolichestvo BP» накапливает информацию о количестве БП различных типов, включенных в портфель, используемом бюджете и количестве времени, затраченного на выполнение операций по проектам. Полученные данные будут использованы для сбора статистики и формирования отчетов по ИМ проектной деятельности КБ.

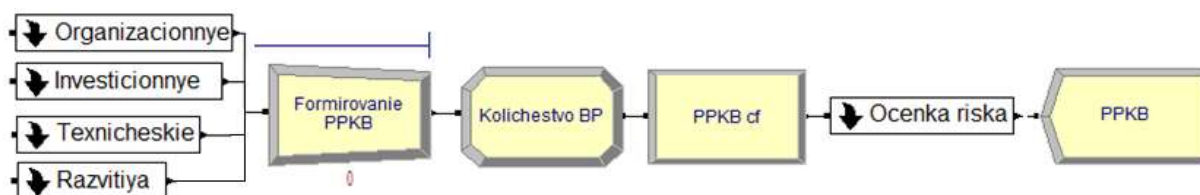


Рисунок 5 - Формирование ППКБ
 Figure 5 – Business bank portfolio formation

Субмодель «Оценка риска» позволяет смоделировать процессы влияния различных типов рисков на сформированный ППКБ, оценить совокупный уровень риска. Модель пересчитывает совокупный риск ППКБ при каждом новом имитационном эксперименте. На выходе ИМ проектной деятельности КБ формируется конфигурация портфеля проектов и оценка совокупного риска ППКБ.

Результаты

Эксперимент в ИМ представляет собой выполнение компьютерной имитационной модели с альтернативными системными конфигурациями, изучении и сравнении полученных для них результатов [10]. Планирование эксперимента позволяет определить, какие из множества параметров и структурных допущений имеют наибольшее влияние на показатели работы ИМ проектной деятельности КБ, или какой набор параметров модели позволяет получить наилучшую конфигурацию ППКБ.

Составим факторный план имитационного эксперимента 2^6 . Нижний и верхний уровни факторов приведены в схеме кодирования (Таблица 3).

Таблица 3 - Схема кодирования факторов
 Table 3 – Random factor coding scheme

Фактор	«-»	«+»
Бюджет ППКБ, B_f	100	150
Длительность выполнения», W_f	365	730
Количество организационных БП, O_f	10	30
Количество инвестиционных БП, I_f	30	50
Количество БП развития, R_f	40	60
Количество технических БП, T_f	20	40

Для вычисления главных эффектов факторов составлена матрица факторного плана, в которой указаны также соответствующие переменные отклика. В качестве отклика рассматривается величина совокупного риска ППКБ (Kr). Так как факторы O_f , I_f , R_f , T_f представляют процентное соотношение числа БП определенного типа в ППКБ, то для удобства вычисления главных эффектов примем допущение, что при увеличении одного из этих факторов происходит уменьшение нижнего уровня остальных трех факторов на приращение изменяемого фактора ИМ в равных долях.

Для вычисления главного эффекта для каждого из выбранных факторов имитационной модели проектной деятельности КБ использованы независимые потоки для каждого отдельного отклика R_i при $i = 1, 2, \dots, 6$. Наиболее существенно на отклик Kr оказывают влияние увеличение доли инвестиционных проектов в ППКБ I_f , средний эффект от увеличения I_f с 30% до 50% состоит в увеличении уровня риска на 0,57%. А также увеличение доли технических проектов в ППКБ T_f , средний эффект от увеличения T_f с 20% до 40% состоит в увеличении уровня риска на 0,72%. Наибольший средний положительный эффект наблюдается при увеличении доли организационных БП O_f в ППКБ с 10% до 30%, уровень риска снижается на 0,68%.

Обсуждение

С помощью проведенных экспериментов с ИМ проектной деятельности КБ можно определены эффекты взаимодействия E_v , исследуемых факторов. Например, эффект взаимодействия $E_{v_{W_f, T_f}}$ между временем выполнения ППКБ W_f и долей технических БП в портфеле T_f равен -0,22%. Соответственно взаимодействие факторов имитационной модели проектной деятельности коммерческого банка $W_f \times T_f$ является отрицательным. Данное утверждение можно интерпретировать, как отсутствие сильной зависимости между изучаемыми факторами. На основании приведенной выше схемы факторного анализа, можно расширить поле эксперимента и изучить другие факторы имитационной модели ППКБ и их взаимодействие, в соответствии с запросами пользователя.

Был оценён ожидаемый экономический эффект от применения разработанной имитационной модели проектной деятельности коммерческого банка. Полученные расчёты подтвердили целесообразность внедрения: коэффициент чистой современной стоимости положительный, индекс рентабельности вложений 7%, срок возврата инвестиций чуть больше года.

Заключение

Рассмотрены алгоритм и структура имитационной модели проектной деятельности коммерческого банка. Перечислены основные типы стохастических факторов, в

отдельную группу выделены факторы, сгруппированные по типам банковских рисков. Определены структура и взаимосвязь между составляющими имитационной модели и их характеристики. Формализована задача вычисления совокупного риска портфеля проектов коммерческого банка, на основе имитационной модели. Произведены эксперименты с моделью, на основе факторного плана. Применение имитационного моделирования позволит избежать влияния субъективного фактора при оценке совокупного риска портфеля проектов коммерческого банка. Приведенная методика позволит, зная вероятностные распределения параметров портфеля проектов, а также связь между изменениями параметров (корреляцию), получить оценку совокупного риска портфеля проектов коммерческого банка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федулова Е.А., Кононова С.А., Матросов А.М. Роль инвестиционной деятельности центральных банков в национальной экономике. *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки.* 2017;1:63-70.
2. Безденежных Е. Ю., Попов В. Л. Особенности проектного управления в банковской сфере на примере Западно-Уральского банка ОАО «Сбербанк России». *Управление проектами и программами.* 2015;3:206–210.
3. Гусева Е.Н., Варфоломеева Т.Н. Применение имитационных моделей для решения экономических задач оптимизации. *Современные проблемы науки и образования.* 2014;6:200.
4. Усманова З.А., Ханова А.А. Модель формирования портфеля проектов коммерческого банка на основе теории игр. *Известия Юго-Западного государственного университета.* 2019;23(3):148-159.
5. Ханова А. А., Бондарева И. О., Ганюкова Н. П., Еременко О. О. *Имитационное моделирование бизнес-процессов: учеб. пособие.* Астрахань: Изд-во АГТУ. 2016;:280.
6. Бакиева М.Ю., Гуреева О.В. Финансовые инновации в российской экономике. *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета.* 2018;3(72):16-19.
7. Шагеев Д.А. Концептуальное представление методики разработки согласованных управленческих решений для выбора эффективных проектов. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент.* 2019;13(1):162-177.
8. Орлова Е.В. Риск-менеджмент предприятий в условиях цифровой экономики. *Системное моделирование социально-экономических процессов аннотации к докладом 41-ой Международной научной школы-семинара имени академика С.С. Шаталина.* 2018:125.
9. Кельтон В А., Лоу А. *Имитационное моделирование.* Классика CS– СПб.: Питер; Киев: издательская группа BHV. 2004;:847.
10. Protalinsky O., Shcherbatov I., Khanova A. Simulation of power assets management process. *Studies in Systems, Decision and Control.* 2019;199:488-501.

REFERENCES

1. Fedulova E.A., Kononova S.A., Matrosov A.M. Rol' investicionnoj deyatel'nosti central'nyh bankov v nacional'noj ekonomike. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Politicheskie, sociologicheskie i jekonomicheskie nauki.* 2017;5:63-70.

2. Bezdenezhnyh E. Ju., Popov V. L. Osobennosti proektnogo upravlenija v bankovskoi sfere na primere Zapadno-Ural'skogo banka OAO «Sberbank Rossii». *Upravlenie proektami i programmami*.2015;3:206–210.
3. Guseva E.N., Varfolomeeva T.N. Primenenie imitacionnyh modelej dlya reshenija ekonomicheskikh zadach optimizacii. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*.2014;6:200.
4. Usmanova Z.A., Khanova A.A. Model' formirovanija portfelja proektov kommercheskogo banka na osnove teorii igr. *Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*.2019;23(3):148-159.
5. Khanova A. A., Bondareva I. O., Ganjukova N. P., Eremenko O. O. *Imitacionnoe modelirovanie biznes-processov*: - Astrahan': Izd-vo AGTU, 2016;:280.
6. Bakieva M.Ju., Gureeva O.V. Finansovyje innovacii v rossijskoj ekonomike. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo social'no-ekonomicheskogo universiteta*.2018;3(72):16-19.
7. Shageev D.A. Konceptual'noe predstavlenie metodiki razrabotki soglasovannyh upravlencheskikh reshenij dlya vybora effektivnyh proektov. *Vestnik juzhno-ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. serija:ekonomika i menedzhment*.2019;13(1):162-177.
8. Orlova E.V. Risk-menedzhment predpriyatij v uslovijah cifrovoj ekonomiki. *Sistemnoe modelirovanie social'no-ekonomicheskikh processov anotacii k dokladam 41-oj Mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly-seminara imeni akademika S.S. Shatalina*.2018:125.
9. Kel'ton V., Lou A. *Imitacionnoe modelirovanie*. Klassika CS – SPb.: Piter; Kiev: izdatel'skaja gruppa VNV. 2004:847.
10. Protalinsky O., Shcherbatov I., Khanova A. Simulation of power assets management process. *Studies in Systems, Decision and Control*.2019;199:488-501.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/ INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Усманова Злата Артуровна, аспирант, кафедра Прикладной информатики, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Российская Федерация.

e-mail: slataarturovna@gmail.com

ORCID: [0000-0002-1312-3187](https://orcid.org/0000-0002-1312-3187)

Ханова Анна Алексеевна, д-р. техн. наук, доцент, кафедра прикладной информатики, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Российская Федерация.

e-mail: akhanova@mail.ru

ORCID: [0000-0003-2693-8876](https://orcid.org/0000-0003-2693-8876)