

DOI: 10.24143/2072-9502-2019-3-64-72  
УДК 519.6

## СИСТЕМА ФОРМАЛИЗОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

*З. А. Усманова*

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Российская Федерация*

Решается задача построения системы моделей управления портфелем проектов коммерческого банка. Дано подробное описание принятой формализации портфеля проектов коммерческого банка. Рассмотрены методы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений при формировании портфеля проектов коммерческого банка. Определены структура и взаимосвязи проектов в портфеле. Осуществлена комплексная оценка банковских проектов с применением аппарата искусственных нейронных сетей. Выявлены особенности построения очередности банковских проектов методами теории игр, включающие в себя многокритериальность и взаимосвязи между отдельными банковскими проектами, синергетический эффект их совместного осуществления. В результате вычислений получено оптимальное решение кооперативной игры, представляющее последовательность, в которой банковские проекты будут включены в портфель. Построен моделирующий алгоритм и имитационная модель формирования портфеля проектов коммерческого банка.

**Ключевые слова:** портфель проектов, коммерческие банки, управление, сбалансированность, имитационная модель, агрегированный показатель, риски, теория игр, искусственная нейронная сеть.

**Для цитирования:** Усманова З. А. Система формализованных моделей управления портфелем проектов на примере коммерческого банка // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2019. № 3. С. 64–72. DOI: 10.24143/2072-9502-2019-3-64-72.

### **Введение**

В коммерческих банках (КБ) актуальными задачами являются формирование стратегии развития и управление большим количеством ресурсов. В банковском бизнесе широко применяется проектный подход [1]. При этом в современных реалиях недостаточно успешно выполнять отдельные проекты, необходимо согласованное управление всей совокупностью проектов банков (портфелем проектов КБ).

Формированию портфеля проектов коммерческого банка (ППКБ) посвящены работы как российских, так и зарубежных авторов, при этом применяется обширный математический аппарат. Вопросы автоматизации формирования портфеля рассмотрены в работах В. М. Аньшина [2], А. А. Матвеева [3] и др. Формализованные алгоритмы потерь приведены в общем виде в работах Л. М. Божко [4], Д. Н. Буркова, Д. А. Новикова [5]. Однако в существующей литературе отсутствуют научно обоснованные исследования, учитывающие специфику банковской деятельности в формировании и управлении ППКБ. Недостаточно проработаны риски управления ППКБ, не учтены синергетические эффекты от взаимосвязей проектов в портфеле. Отсутствуют исследования в области сбалансированности ППКБ, в том числе по типам банковских проектов (БП).

Поэтому целью данной работы является формализация и построение системы моделей управления портфелем проектов КБ с использованием методов искусственных нейронных сетей (ИНС), теории игр и имитационного моделирования (ИМ). Рассматриваемая в статье проблематика актуальна для страны в целом и ее отдельных регионов, включая Астраханскую область.

### **Анализ процесса формирования портфелей проектов в коммерческих банках**

Портфель – это набор проектов или программ и других работ, объединенных с целью эффективного управления данными работами для достижения стратегических целей [6]. Управление программой банковских проектов, а затем и портфелем, является естественным развитием проектного менеджмента.

В общем виде задача формирования ППКБ заключается в максимизации предполагаемого суммарного эффекта от реализации ППКБ [7]. Совокупность всех проектов портфеля должна доставлять ему наибольшую эффективность – это условие является ключевым в управлении портфелями проектов (в состав портфеля могут быть включены и малоэффективные проекты, но совокупность всех проектов должна быть наиболее эффективна). Для построения системы управления ППКБ была использована интегрированная совокупность методов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в виде последовательных этапов [8].

1. Экспертиза проектов, включающая оценку каждого проекта по показателям (рис. 1), и определение на основе ИНС агрегированного показателя (АП) банковского проекта.



Рис. 1. Оценка показателей проектов коммерческого банка [9]

2. Формирование очередности БП для включения в ППКБ на основе теории игр.

3. Построение системы управления ППКБ на основе ИМ. Информационной базой для системы формализованных моделей управления ППКБ служат базы данных (БД) экспертных оценок и БД банковских проектов. Информационная база представляет собой зону формирования первичной информации (БД БП) (рис. 2).

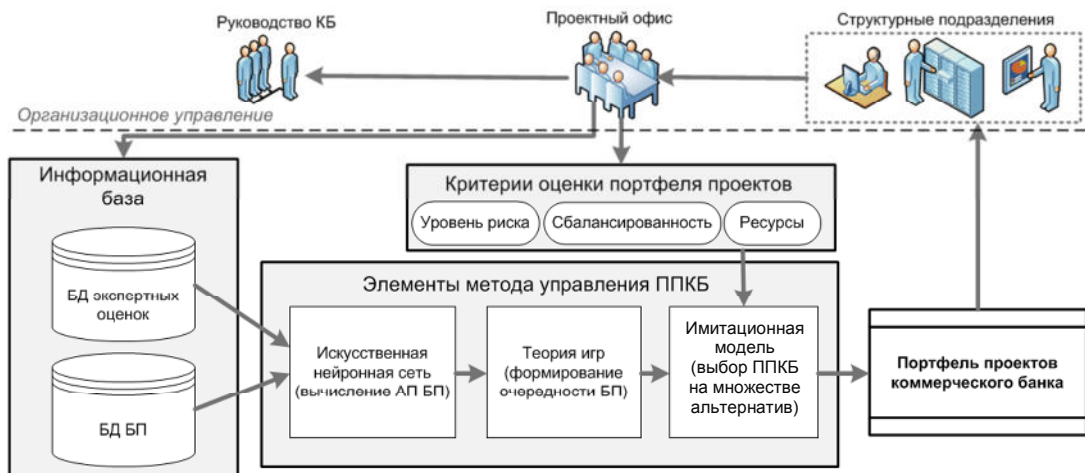


Рис. 2. Система формализованных моделей управления портфелем проектов коммерческого банка

На этапе ИМ путем сравнения на множестве альтернатив ППКБ определяются наиболее эффективные конфигурации ППКБ на основе критериев оценки (уровень риска, сбалансированность портфеля, ресурсы). Зона организационного управления описывает совокупность лиц, принимающих решения при управлении ППКБ. Центральным звеном данной зоны является «проектный офис», состоящий из лиц, принимающих решения на основе информации, предоставляемой другими звеньями зоны. Рассмотрим подробнее каждый из приведенных выше этапов формирования и анализа ППКБ в виде системы моделей.

### Экспертиза банковского проекта на основе искусственных нейронных сетей

Каждый БП обладает набором показателей, которые необходимо формализовать. Число показателей является постоянным и одинаковым для каждого проекта КБ. В целом задача вычисления АП БП может быть определена как задача прогнозирования. Вид зависимости между показателями БП неизвестен, следовательно, стандартные методы свертки будут неэффективны при оценке БП, поэтому решено использовать аппарат ИНС [10]. В качестве архитектуры ИНС была выбрана сеть прямого распространения информации – многослойный персептрон (рис. 3).

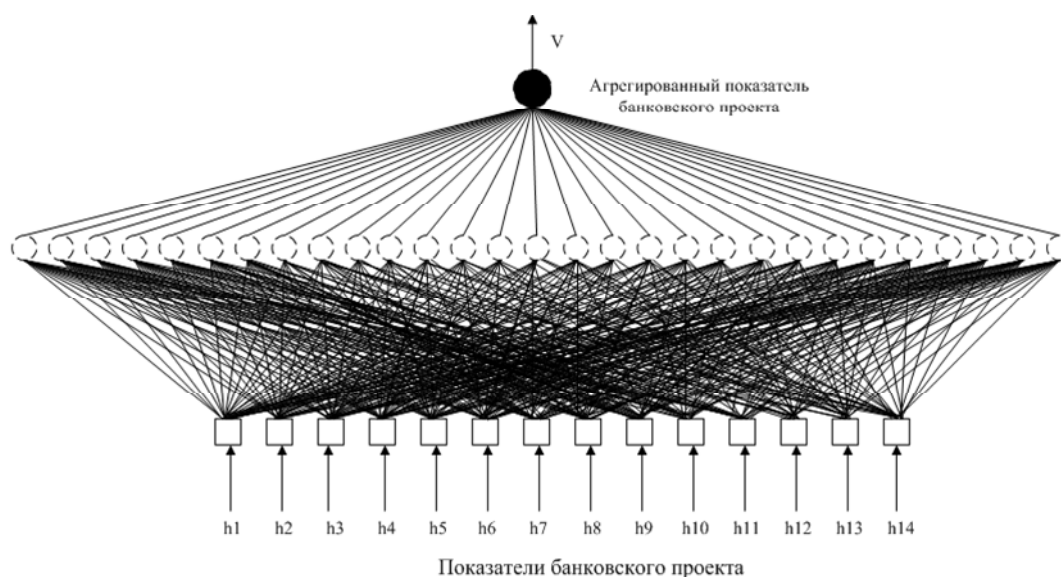


Рис. 3. Архитектура искусственной нейронной сети для вычисления агрегированного показателя банковского проекта

Оценка БП осуществляется экспертным путем и с применением аналитических формул. После получения экспертных оценок показателей БП необходимо вычисление АП для дальнейшего ранжирования проектов и определения, какие из БП целесообразно включить в ППКБ. Моделируемая ИНС для оценки БП имеет следующую структуру: входы – характеристики исследуемой величины (показатели БП), полученные путем экспертных оценок; выходом является результат оценки проекта. Данный показатель представляет комплексную оценку БП.

Проектирование ИНС осуществлено с использованием пакета прикладных программ Neural Network Toolbox (Нейронные сети) среды математического моделирования MATLAB [11] (рис. 4).

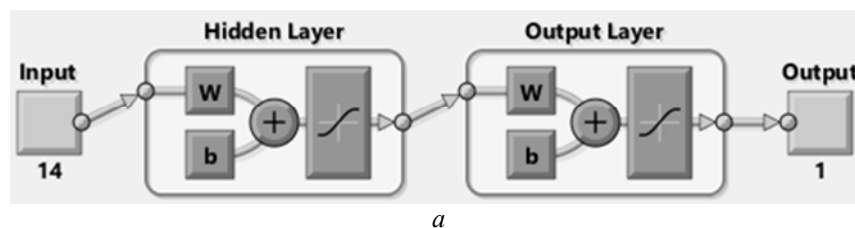
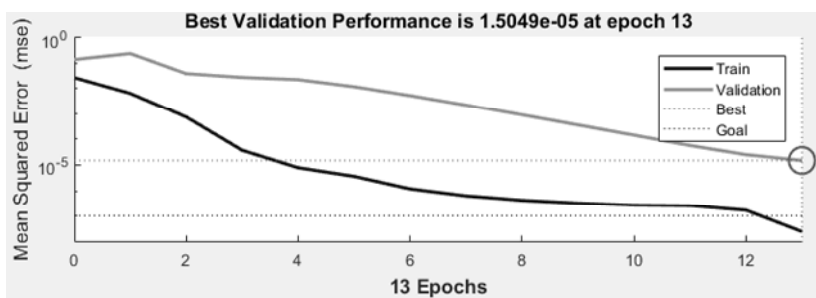


Рис. 4. Экспертиза портфеля проектов коммерческого банка на основе ИНС: архитектура ИНС в Neural Network Toolbox (a)



б

Рис. 4 (окончание). Экспертиза портфеля проектов коммерческого банка на основе ИНС: график обучения ИНС (б)

В результате тестирования ИНС по вычислению АП для банковских проектов выходные значения оказались близки к значениям ожидаемой оценки. Таким образом, задача формирования АП БП успешно решается с применением нейронной сети.

### Формирование очередности банковских проектов методами теории игр

При формировании ППКБ кроме АП необходимо учитывать взаимосвязь между отдельными проектами [12]. Одним из подходов к оценке взаимосвязей является построение коалиционных матриц, применяемых в теории игр. Методы теории игр применимы в условиях риска и экономической неопределенности, что особенно актуально для задачи формирования ППКБ. Теория игр представляет собой теоретические основы математических моделей принятия оптимальных решений, носящих характер конкурентной борьбы, в которых одна противоборствующая сторона выигрывает за счет другой стороны. Относительно задачи формирования ППКБ проекты-претенденты на включение в портфель конкурируют друг с другом.

Так как в КБ число проектов, претендующих на включение в ППКБ, достаточно велико, анализ возможных вариантов затруднителен. Разработана процедура сокращения проектов для отбора в ППКБ. Для реализации отбора БП принято ограничение значения АП, равное 0,8, что в целом соответствует лингвистической экспертной оценке «высокий». Проекты, чей агрегированный показатель ниже порогового значения, в дальнейшей процедуре формирования ППКБ не участвуют. В общем виде задача формирования ППКБ заключается в максимизации предполагаемого суммарного эффекта от реализации ППКБ.

Опишем модель формирования ППКБ в форме кооперативной игры с трансферабельной полезностью. Под кооперативными играми с трансферабельной полезностью (с побочными платежами) понимаются игры, в которых полезность измеряется в универсальных, общепринятых для всех участников игры единицах и может передаваться от игрока к игроку без потерь и трансформаций [13]. В качестве платежа БП будет использован АП.

Каждая кооперативная игра задается парой  $(pr, v)$ , где  $pr = \{pr_1, pr_2, \dots, pr_n\}$  – множество игроков (множество всех БП, прошедших первоначальный отбор),  $v$  – характеристическая функция  $2^{pr} \rightarrow R$ , где  $2^{pr}$  – множество всех коалиций в  $pr$ . Игра по формированию ППКБ проводится среди фиксированного числа БП. Характеристическая функция  $v$  описывает величину выгоды, которую подмножество БП может достичь путем объединения в коалицию.

Коалицией  $S_{pr} \in pr$  в данной игре по формированию ППКБ будем считать любое непустое подмножество БП. Большой коалицией в кооперативных играх с трансферабельной полезностью называется множество всех игроков. Пустая коалиция не получает выигрыша. Таким образом, модель формирования ППКБ описана в форме кооперативной игры  $(pr, v)$ .

Существует несколько подходов к поиску оптимального распределения в кооперативной игре, наиболее распространенным на практике считается подход, предложенный американским экономистом и математиком Л. С. Шепли. Подход строится на основании аксиом, отражающих справедливость дележей, исходя из вклада каждого игрока в выигрыш коалиции.

Вектор Шепли – математическое ожидание вклада каждого БП, если большая коалиция формируется случайным образом. Как следствие, вектор Шепли всегда единственный:

$$\Phi_i(v) = \sum_{i \in S_{pr}} \frac{(S_{pr} - 1)!}{n!} (v(S_{pr}) - v(S_{pr} \setminus \{i\})),$$

где  $n$  – число игроков (БП);  $s_{pr}$  – число участников коалиции  $S_{pr}$ .

Модель формирования ППКБ с применением теории игр позволяет учесть взаимосвязи между БП, синергетический эффект их совместной реализации и найти оптимальное решение в условиях риска и неопределенности. В результате формируется очередность БП для включения в ППКБ. Полученные данные будут использованы для проверки ограничений ППКБ  $O = \langle F_o, W_o, T_o \rangle$  (финансовых, использования трудовых ресурсов и временных), которая будет выполнена с применением имитационной модели.

### Построение системы управления портфелем проектов коммерческого банка на основе имитационного моделирования

Моделируемая система представляет собой процесс поступления и оценки БП, формирования ППКБ с учетом установленных ограничений. Возникает необходимость отслеживать не единичный проект, а поток таких проектов. Процесс поступления заявок на осуществление БП имеет стохастический характер. То есть для определения будущих тенденций и закономерностей процесса необходимо смоделировать структуру проектной деятельности КБ.

Структура имитационной модели и разбиение ее на субмодели происходит согласно описанному выше проектному управлению. Имитационная модель проектной деятельности КБ состоит из 5 субмоделей, в совокупности приводящих к формированию и оценке ППКБ:

- $S_{org}$  – субмодель «Организационные БП»;
- $S_{inv}$  – субмодель «Инвестиционные БП»;
- $S_{teh}$  – субмодель «Технические БП»;
- $S_{raz}$  – субмодель «БП развития»;
- $S_{ris}$  – субмодель «Оценка риска».

Удобной формой представления логики функционирования ИМ является построение моделирующего алгоритма [14]. На различных этапах ИМ составляются обобщенные и детальные логические схемы моделирующих алгоритмов, а также схемы программ (рис. 5) [15].

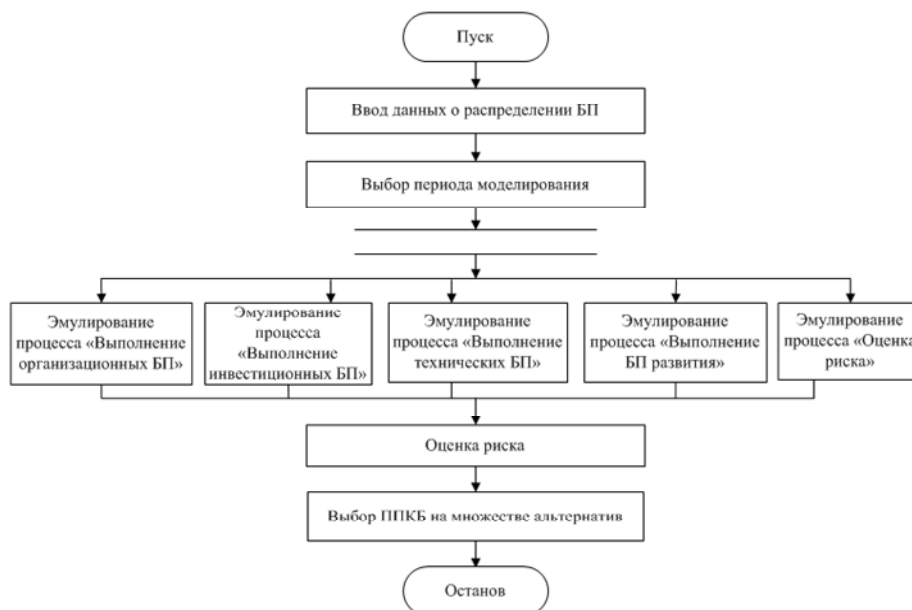


Рис. 5. Схема моделирующего алгоритма

Рассмотрим основные процессы ИМ. На вход модели в модуль «Генерация БП» поступает очередность БП, сформированная методами теории игр. Далее происходит обработка данной последовательности БП в соответствии с установленными ограничениями по финансовым, трудовым и временным ресурсам (данные параметры определяются пользователем в зависимости от текущих потребностей КБ) (рис. 6).

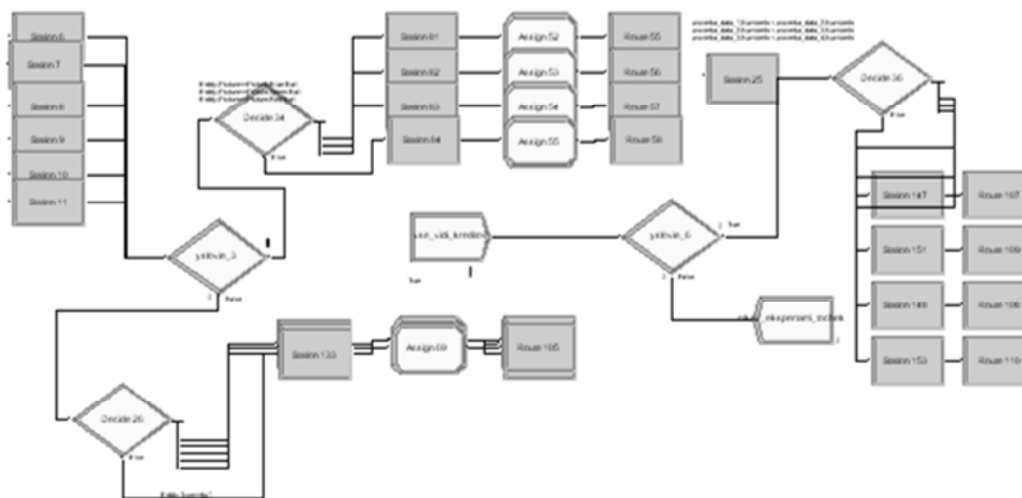


Рис. 6. Имитационная модель формирования ППКБ (фрагмент)

Предложенная имитационная модель реализована в среде ИМ Agena, но модель может быть построена в другой среде ИМ на основе представленного моделирующего алгоритма [16].

В ИМ происходит распределение по типам БП, для дальнейшего направления в соответствующую субмодель. Каждый тип БП обрабатывается в соответствии с бизнес-процессами КБ. Завершающим этапом моделирования является оценка риска ППКБ [17]. На выходе ИМ формируется ППКБ в соответствии с параметрами, заданными пользователем.

### Заключение

Рассмотрена система моделей интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений при формировании портфеля проектов коммерческого банка. Приведены основные особенности портфеля проектов коммерческого банка, характерные для банковского бизнеса. Определены структура и взаимосвязи между составляющими портфеля проектов и их характеристики. Формализована задача формирования портфеля проектов коммерческого банка на основе интегрирования различных методов интеллектуального анализа. Произведена экспертиза банковских проектов, с вычислением агрегированного показателя с помощью искусственной нейронной сети. Обоснован и применен поиск оптимального решения кооперативной игры с трансферабельной полезностью по формированию очередности банковских проектов для включения в портфель. Построена логическая схема моделирующего алгоритма для имитационной модели. Дана характеристика входной и выходной информации имитационной модели. В результате прогонов модели происходит формирование портфеля проектов коммерческого банка согласно заданным параметрам.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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. С. 206–210.
2. Аньшин В. М., Демкин И. В. и др. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности. М.: Издат. центр МАТИ, 2014. 117 с.
3. Матвеев А. А., Новиков Д. А., Цветков А. В. Модели и методы управления портфелями проектов. М.: ПМСОФТ, 2005. 206 с.

4. Божко Л. М. Применение проектного подхода в управлении организационными изменениями: ограничения и перспективы // Изв. Тул. гос. ун-та. Экономические и юридические науки. 2014. № 1–1. С. 108–113.
5. Бурков Д. Н., Новиков Д. А. Как управлять проектами: науч.-практ. изд. М.: СИНТЕГ-ГЕО, 2010. 188 с.
6. Дьяченко О. Особенности банковской конкуренции // Национальный банковский журнал. 2017. № 3. С. 35–40.
7. Егорычева С. Б. Моделирование оптимального портфеля инновационных проектов банка // Экономика и банки. 2016. № 1. С. 26–32.
8. Крючин О. В., Арзамасцев А. А. Прогнозирование валютных пар с помощью искусственной нейронной сети // Вестн. Тамб. ун-та. 2009. № 3. С. 591–596.
9. Усманова З. А., Ханова А. А. Системный анализ факторов и процессов принятия решений при управлении портфелем проектов коммерческого банка с учетом развития информационно-телекоммуникационных технологий // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2017. № 2. С. 58–71.
10. Усманова З. А., Ханова А. А. Вычисление агрегированного показателя банковских проектов на основе искусственных нейронных сетей // Информатика и системы управления. 2018. № 1 (55). С. 109–118.
11. Бобырь М. В. Проектирование нейронных и нечетких моделей в области вычислительной техники и систем управления. М.: Аргамак-Медиа, 2018. 110 с.
12. Ефимов П. В., Щербатов И. А. Алгоритм идентификации явных дефектов технологического оборудования в энергетике на основе нейросетевой модели // Изв. Юго-Западного гос. ун-та. Сер.: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2018. Т. 8. № 2 (27). С. 32–40.
13. Колюховский П. В., Малова А. С. Теория игр: учеб. для академ. бакалавриата. М.: Юрайт, 2014. 454 с.
14. Ханова А. А. Концепция системы интеллектуального управления стратегически-ориентированным предприятием // Статистика и экономика. 2011. № 1. С. 187–193.
15. Ханова А. А., Бондарева И. О., Ганюкова Н. П., Еременко О. О. Имитационное моделирование бизнес-процессов: учеб. пособие. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2016. 280 с.
16. Проталинский О. М., Ханова А. А., Бондарева И. О. Имитационная модель технологических процессов грузового порта // Вест. Сарат. гос. техн. ун-та. 2010. Т. 4. № 2 (50). С. 134–144.
17. Ходоровский М. Я., Никонов В. О. Управление рисками портфеля проектов // Вестн. Урал. федер. ун-та. Сер.: Экономика и управление. 2006. № 7. С. 116–122.

Статья поступила в редакцию 29.03.2019

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Усманова Злата Артуровна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры прикладной информатики; slataarturovna@gmail.com.



## SYSTEM OF FORMALIZED MODELS OF PORTFOLIO MANAGEMENT OF COMMERCIAL BANK PROJECTS

Z. A. Usmanova

Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russian Federation

**Abstract.** The article considers the task of building a system of models for managing a portfolio of projects of a commercial bank. A detailed description of the adopted formalization of the portfolio of a commercial bank projects is given. The methods of intelligent support for making management decisions in the formation of the commercial bank project portfolio are considered. The structure and interrelations of projects in the portfolio are determined. A comprehensive assessment of banking projects using an artificial neural network apparatus has been carried out. The peculiarities of building the order of banking projects using game theory methods, including multicriterion nature and interrelations between individual banking projects, the synergistic effect of their joint implementation are revealed. As a result of calculations, an optimal solution

of a cooperative game was obtained, representing the sequence in which banking projects will be included in the portfolio. A modeling algorithm and a simulation model for forming a portfolio of projects of a commercial bank are built.

**Key words:** project portfolio, commercial banks, management, balance, simulation model, aggregate indicator, risks, game theory, artificial neural network.

**For citation:** Usmanova Z. A. System of formalized models of portfolio management of commercial bank projects. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Informatics*. 2019;3:64-72. (In Russ.) DOI: 10.24143/2072-9502-2019-3-64-72.

#### REFERENCES

1. Bezdenezhnyh E. Yu., Popov V. L. Osobennosti proektnogo upravleniya v bankovskoj sfere na primere Zapadno-Ural'skogo banka OAO «Sberbank Rossii» [Specific features of project management in banking sector on the example of the West Ural Bank "Sberbank of Russia", OJSC]. *Upravlenie proektami i programmami*, 2015, no. 3, pp. 206-210.
2. An'shin V. M., Demkin I. V. i dr. *Modeli upravleniya portfelem proektov v usloviyah neopredelennosti* [Project portfolio management models in the face of uncertainty]. Moscow, Izdat. centr MATI, 2014. 117 p.
3. Matveev A. A., Novikov D. A., Cvetkov A. V. *Modeli i metody upravleniya portfelyami proektov* [Models and methods of project portfolio management]. Moscow, PMSOFT, 2005. 206 p.
4. Bozhko L. M. Primenenie proektnogo podhoda v upravlenii organizacionnymi izmeneniyami: ograničeniya i perspektivy [Application of the project approach in managing organizational change: limitations and perspectives]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie i yuridicheskie nauki*, 2014, no. 1-1, pp. 108-113.
5. Burkov D. N., Novikov D. A. *Kak upravlyat' proektami: nauchno-prakticheskoe izdanie* [How to manage projects: scientific and practical publication]. Moscow, SINTEG-GEO Publ., 2010. 188 p.
6. D'yachenko O. Osobennosti bankovskoj konkurencii [Characteristics of banking competition]. *Nacional'nyj bankovskij zhurnal*, 2017, no. 3, pp. 35-40.
7. Egorycheva S. B. Modelirovanie optimal'nogo portfelya innovacionnyh proektov banka [Modeling the optimal portfolio of innovative projects of the bank]. *Ekonomika i banki*, 2016, no. 1, pp. 26-32.
8. Kryuchin O. V., Arzamascev A. A. Prognozirovaniye valyutnyh par s pomoshch'yu iskusstvennoj nejronnoj seti [Forecasting currency pairs using artificial neural network]. *Vestnik Tambovskogo universiteta*, 2009, no. 3, pp. 591-596.
9. Usmanova Z. A., Khanova A. A. Sistemnyj analiz faktorov i processov prinyatiya reshenij pri upravlenii portfelem proektov kommercheskogo banka s uchetom razvitiya informacionno-telekommunikacionnyh tekhnologij [System analysis of factors and decision-making processes in managing a portfolio of projects of a commercial bank subject to development of information and telecommunication technologies]. *Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii*, 2017, no. 2, pp. 58-71.
10. Usmanova Z. A., Khanova A. A. Vychislenie agregirovannogo pokazatelya bankovskih proektov na osnove iskusstvennyh nejronnyh setej [Calculation of aggregated indicator of banking projects based on artificial neural networks]. *Informatika i sistemy upravleniya*, 2018, no. 1 (55), pp. 109-118.
11. Boby' M. V. *Proektirovanie nejronnyh i nechetkih modelej v oblasti vychislitel'noj tekhniki i sistem upravleniya* [Designing neural and fuzzy models in the field of computing and control systems]. Moscow, Argamak-Media Publ., 2018. 110 p.
12. Efimov P. V., Spcperbatov I. A. Algoritm identifikacii yavnyh defektov tekhnologicheskogo oborudovaniya v energetike na osnove nejrosetevoj modeli [Algorithm for identifying obvious defects in process equipment in power industry based on neural network model]. *Izvestiya Yzgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Medicinskoe priborostroenie*, 2018, vol. 8, no. 2 (27), pp. 32-40.
13. Konyuhovskij P. V., Malova A. S. *Teoriya igr: uchebnyk dlya akademicheskogo bakalavriata* [Game theory: Textbook for academic baccalaureate]. Moscow, Yurajt Publ., 2014. 454 p.
14. Khanova A. A. Konceptiya sistemy intellektual'nogo upravleniya strategicheskimi-orientirovannym predpriyatim [Concept of intelligent management over strategically-oriented enterprise]. *Statistika i ekonomika*, 2011, no. 1, pp. 187-193.
15. Khanova A. A., Bondareva I. O., Ganyukova N. P., Eremenko O. O. *Imitacionnoe modelirovanie biznes-processov: uchebnoe posobie* [Business process simulation: teaching guide]. Astrahan', Izd-vo AGTU, 2016. 280 p.
16. Protalinskij O. M., Khanova A. A., Bondareva I. O. Imitacionnaya model' tekhnologicheskikh processov gruzovogo porta [Simulation model of technological processes of cargo ports]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2010, vol. 4, no. 2 (50), pp. 134-144.



17. Hodorovskij M. Ya., Nikonov V. O. Upravlenie riskami portfelya proektov [Project portfolio risk management]. *Vestnik Ural'skogo federal'nogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie*, 2006, no. 7, pp. 116-122.

The article submitted to the editors 29.03.2019

### ***INFORMATION ABOUT THE AUTHOR***

***Usmanova Zlata Arturovna*** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Applied Informatics; slataarturovna@gmail.com.

